

ARCHIWUM HYDROBIOLOGII
I RYBACTWA

ARCHIVES D'HYDROBIOLOGIE
ET D'ICHTYOLOGIE

Organ
Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach
i Stacji Morskiej w Helu

Redaktorzy:
MIECZYSLAW BOGUCKI i ALFRED LITYNSKI

TOM VIII

WYDANE Z ZASIŁKU FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

Suwałki
1934

ARCHIWUM HYDROBIOLOGJI I RYBACTWA

ARCHIVES D'HYDROBIOLOGIE ET D'ICHTYOLOGIE

Organ
Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach
i Stacji Morskiej w Helu

Redaktorzy:
MIECZYSLAW BOGUCKI i ALFRED LITYŃSKI

TOM VIII

WYDANE Z ZASIŁKU FUNDUSZU KULTURY NARODOWEJ

Suwałki
1934

<http://rcin.org.pl>

Drukarnia K. Dargielowej w Suwałkach, ul. Kościuszki 94.

<http://rcin.org.pl>

TREŚĆ TOMU VIII

1. Rozprawy.

<i>Omer-Cooper J.</i> Uwagi o krętakowatych (<i>Gyrinidae</i>)	str. 1
<i>Demel K.</i> Z pomiarów termicznych Bałtyku. Część V.	27
<i>Stangenberg M.</i> O letnim uwarstwieniu termicznym i tlenowym jezior Augustowskich.	38
<i>Demel K.</i> i <i>Dłuski S.</i> Sprawozdanie z podróży odbytej na statku szkolnym „Dar Pomorza” na południową część Ławicy Środkowej Bałtyku.	48
<i>Gieysztor M.</i> Badania limnologiczne nad kilkoma drobnymi zbiornikami	75
<i>Wiszniewski J.</i> Badania ekologiczne nad psammonem	149
<i>Stangenberg M.</i> Psammolitoral jako skrajnie eutroficzne środowisko wodne	273

2. Nekrologi.

<i>Einar Naumann</i>	285
<i>Kazimierz Gajl</i>	289
Stacja Hydrobiologiczna nad jez. Ochryda w Jugosławiji	292

SOMMAIRE DU TOME VIII

1. Mémoires.

<i>Omer-Cooper J.</i> Notes on the <i>Gyrinidae</i>	page 1
<i>Demel K.</i> Température des eaux côtières polonaises de la Baltique en 1932—33 (Résumé)	31
<i>Stangenberg M.</i> Über die sommerliche Temperatur- und Sauerstoffschichtung der Seen in der Umgegend von Augustów (Zusammenfassung)	47
<i>Demel K.</i> et <i>Dłuski S.</i> Compte-rendu d'une excursion scientifique sur le Banc Central de la Baltique (Résumé)	73
<i>Gieysztor M.</i> Limnologische Untersuchungen an einigen Kleingewässern	75
<i>Wiszniewski J.</i> Recherches écologiques sur le psammon	162
<i>Stangenberg M.</i> Psammolitoral, ein extrem eutrophes Wassermedium	273

2. Nécrologie.

<i>Einar Naumann</i>	285
<i>Kazimierz Gajl</i>	289
Station Hydrobiologique sur le lac Ohrid en Yougoslavie	292

OD WYDAWNICTWA.

Poczynając od tomu VIII-go, *Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa* będzie wychodziło jako organ wspólny Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach i Stacji Morskiej w Helu.

Współpracownicy ARCHIWUM:

G. ADLERÓWNA (Warszawa), Doc. Dr. J. BOWKIEWICZ (Warszawa), Prof. Dr. J. DEMBOWSKI (Wilno), K. DEMEL (Hel), Kpt. S. DŁUSKI (Gdynia), Prof. Dr. B. FULIŃSKI (Lwów), Dr. K. GAJL (Warszawa), Dr. M. GIEYSZTOR (Warszawa), Dr. S. JAKUBISIAK (Poznań), Dr. Z. KOZMIŃSKI (Wigry), Dr. W. KULMATYCKI (Bydgoszcz), Dr. Z. KULWIECIÓWNA (Warszawa), Dr. S. MARKOWSKI (Warszawa), Dr. S. MINKIEWICZ (Puławy), Dr. A. MOSZYŃSKI (Poznań), Dr. L. PAWŁOWSKI (Pabjanice), Inż. H. PRZYŁĘCKI (Warszawa), Prof. Dr. W. ROSZKOWSKI (Warszawa), Dr. J. RZÓSKA (Poznań), Inż. S. SAKOWICZ (Warszawa), Prof. Dr. M. SIEDLECKI (Kraków), Doc. Dr. P. SŁONIMSKI (Warszawa), Prof. Dr. T. SPICZAKOW (Kraków), Prof. Dr. F. STAFF (Warszawa), Inż. M. STANGENBERG (Augustów), Prof. Dr. W. STEFAŃSKI (Warszawa), Mgr. M. WIERZBICKA (Wilno), Dr. J. WISZNIEWSKI (Wigry), Prof. Dr. T. WOLSKI (Warszawa), Prof. Dr. J. WOŁOZYŃSKA (Kraków).

Korespondencję do Redakcji kierować należy w sprawach dotyczących prac limnologicznych, pod adresem: Doc. Dr. A. LITYŃSKI, Stacja Hydrobiologiczna, Suwałki, w sprawach zaś, dotyczących prac morskich, pod adresem: Doc. Dr. M. BOGUCKI, Instytut im. Nenckiego, Śniadeckich 8, Warszawa.

Adres Administracji: Stacja Hydrobiologiczna, Suwałki.

JOSEPH OMER-COOPER
M. A., M. SC., F. L. S., C. M. Z. S.

NOTES ON THE GYRINIDAE

Introduction.

Through the kindness of Dr. J. WISZNIEWSKI I have been able to examine a collection of freshly caught *Gyrinus*, preserved in alcohol, from the neighbourhood of the Hydrobiological Station of Wigry (Suwałki, Poland). Dr. JAN KINEL has supplemented this by entrusting me with a collection of *Gyrinidae* from the Museum im. Dzieduszyckich (Lwów) containing species not present in Dr. WISZNIEWSKI's collection. The two collections together comprise some 300 specimens of eight species. I am much indebted to these gentlemen for their kindness and offer them my sincere thanks. Mr. GEORG OCHS has helped me greatly by lending me a collection of more than 100 specimens of *G. substriatus* Steph. including the type *G. substriatus* var. *schatzmayri* Ochs and specimens of *G. substriatus* var. *siculus* Reg. Without this collection it would have been most difficult to understand the material from Poland. For this and other kindnesses I beg him to accept my sincere thanks.

Biology.

The ova of most, perhaps all, *Gyrinidae* are elongated, semitransparent and cream coloured. In *G. substriatus* Steph. they measure about 1.5 mm in length and 0.3 mm in diameter.

Twelve to fifteen are usually laid at one time on submerged objects. *G. substriatus* Steph. and *G. thomsoni* Zaitz., in captivity, usually deposit their eggs in short rows end to end, on the walls of the aquarium. It has also been recorded that they oviposit on roots, rotting leaves, and other dead vegetable matter. It is usually stated that they deposit their eggs on emergent vegetation a little below the surface of the water. Probably they normally oviposit on any submerged object, of sufficient stability, irrespective of its nature. Egg laying commences in early Spring, several batches of eggs being laid over a period of some weeks. The time taken for development varies in different species and in relation to temperature to an even greater extent. Under the usual conditions existing in North Europe the time taken for the development of the ova of *G. substriatus* is said to be about 14 days.

The larva is elongated with a small head and thorax and a long and swollen abdomen. The head is flattened and bears a pair of sharp pointed, tubular, sickle shaped mandibles, similar to those of a dytiscid larva. They are directed upwards so that they may, when very tightly closed, come to lie with the tips above the front of the head. The larva appears to feed in the same way as a dytiscid larva: the prey is pierced by the sharp points of the mandibles, a digestive secretion is then pumped into its body, the secretion paralyzes rapidly and then kills and liquefies the tissues, finally the pumping action of the pharynx is reversed and the liquid contents of the victim is sucked through the mandibles. The process is rapid and efficient. The whole of the nutritive matter is removed and the digestive system is not burdened with the presence of chitin and other indigestible matter or with excess of water.

Respiration is effected by means of ten pairs of long plumose tracheal gills. The first eight abdominal segments each bear one pair of these respiratory outgrowths and the ninth segment bears two pairs. The larvae are thus free from the need to obtain atmospheric oxygen and can penetrate to considerable depths. This is unusual in the larvae of *Coleoptera*.

The head and first thoracic segment are well chitinised but the second and third thoracic segments and abdomen are soft. The legs are slender. The extremity of the abdomen bears

four strong curved hooks. The larva has the habit of rearing up the head and first thoracic segment until the head stands almost at right angles to the body. This habit, associated, as it is, with a flattened head and dorsally directed mandibles, suggests that the insect normally seizes its prey from beneath. The larvae of *Dineutus* have been observed to climb amongst weeds and it is generally supposed that the larvae of *Gyrinus* spend their lives in a similar habitat. It is possible that they occasionally do so, but I have found them crawling on the bottom and burrowing in the soft mud and I believe this to be their normal mode of life. The slender legs, each armed with a pair of claws, and the abdominal hooks suggest that they are walkers and climbers so that the burrowing habit is, no doubt, one recently acquired.

Pupation takes place on land in a chamber built of earth and sand grains etc. The belief that they make a papery cocoon on emergent vegetation is mistaken. This story originated with MODEER in 1770 and has been generally accepted until recently. RICHARD BOTT¹⁾ has now settled the matter quite definitely, and there can be no doubt that *Gyrinus* pupates in the usual manner of *Dytiscidae* and of other genera of *Gyrinidae*. The larval skin is cast three days after the formation of the pupal chamber; seven days later the imago emerges.

The adult insect is a remarkably compact and specialized type and its habitat is unique. The surface of the water appears to be covered with a thin elastic membrane. This is not entirely an illusion. That powerful force which holds together the molecule of water, and which has been estimated to be equivalent to a pressure of eleven thousand atmospheres, is at the surface, in part, unsatisfied: a surface tension thus arises. Above a temperature of 4°C water consists of more than one kind of molecule but as these molecules which reduce the tension congregate at the surface, a layer there exists which differs somewhat from the underlying water. This is not all. Natural waters contain substances in solution most of which tend to decrease

¹⁾ B o t t H. R., 1928. Beiträge zur Kenntnis von *Gyrinus natator substriatus* Steph. I. Lebensweise und Entwicklung. II. Der Schapparat. Zs. f. Morph. Ökol. d. Tiere. X. pp. 207-306. Berlin.

surface tension. These collect in the surface film which is in consequence richer in salts and in organic matter than is the water below. The water of the surface film is consequently both physically and chemically peculiar. It is neither in the state of a true solid or a true liquid but is a thing apart.

On the under-side of the film live many small organisms attracted by the higher proportions of the material wherewith to build up their bodies or by its semi-rigidity which allows them to cling to it as to a solid. Above, upon the elastic membrane, run spiders, *Collembola* and long-legged *Hemiptera*, for it is full of food for those above as for those below. Strongly adhesive, its grip holds small creatures with firmness. Flying insects which fall upon the water, small creatures which drop from bank or tree and clumsy swimmers, who break the surface, are alike trapped and struggle, helpless, until they die. Alone of all living things the *Gyrinidae* make their home in the surface film. They have discovered a new world: a world of the dead and the dying. With only the lower surface immersed and their weight largely supported by the elasticity of the film they occupy a position of unique physical advantage. The viscosity of the water is fully utilized for propulsion while its friction is reduced to a minimum. A boat or a bird may appear to possess the same advantage, but this is not so. They float by displacement. The *Gyrinidae* are supported by the surface film and so float higher and offer a smaller proportionate surface to the friction of the water. How this is achieved is obscure: all that we know certainly is that a part of the underside is wet and that, as HATCH¹⁾ has shown, the surface film lifts the beetle so that it floats higher in the water than it would were it raised by displacement alone. Breaking the surface-film in this way the *Gyrinidae* may truly be said to inhabit it.

As a habitat the surface film offers certain advantages. It abounds in food and the food organisms are trapped and helpless, it offers certain physical advantages and, except for the *Gyrinidae*, it is uninhabited. It is also a place of great dangers. An insect which attempts to swim in the surface film has not

1) Hatch, 1925. An Outline of the Ecology of *Gyrinidae*. Bull. Brooklyn Ent. Soc. Vol. XX, p. 101-114.

only to find means to prevent itself from being trapped by the surface tension, it is also exposed to heat and cold, to the dangerous actinic rays of the sun, to the buffeting of the wind, the force of the surface currents, and to the blows of hail and rain. Physically the environment is harsh and dangerous in the extreme. Biologically it is equally dangerous. Those that float on the surface of the water are exposed to attack above and below: every eye can see them and there is no hiding place.

Exposed to such dangers the *Gyrinidae* should be highly evolved and they are. Their perfection is wonderful. Their habit is also adapted to their protection. The study of their structure and habits fills one with delight, every detail is marvellous in its perfection.

Both above and below the body is stream-lined and devoid of projections. The exoskeleton is hard, compact and rigid. Throughout the group the variation in size is small. All thus derive reasonable benefit from the surface tension: the small being convex, the large dorsally flattened, so that each obtain the maximum advantage. Species swimming in open water and diving seldom, such as *G. substriatus* and *G. marinus* are rounded and have the front of the head above the water-line blunt, while those that swim in swift streams and dive often as does *O. villosus* are elongated and have the head flatter and more pointed in front. *G. paykulli* and other species which swim amongst reeds also have an elongated form. The reason for this is unknown. The advantage of an elongated form is offset by the difficulty which it offers to rapid turning. Placid water forms steer like an oarsman by varying the force of the leg strokes one side paddling more vigorously than the other. It is believed that they may also utilize the resistance of the first pair of legs. Swift water species of elongated form offset the disadvantage by possessing, in their narrow last abdominal segment, supplemented, I believe, by their setose parameres, an efficient rudder. That they steer in this way cannot be doubted for they can be observed to heel over when turning to such a degree that the pale under-surface is clearly to be seen. The means of propulsion is the middle and hind pairs of legs. These are short, broad and flat; the segments so overlapping that, at the back stroke, they support each other and offer a single

surface to the resistance of the water while, on' the forward stroke, each moves freely and, sharp edged as they are, passes through the water like a feathered oar, with the least possible friction. The efficiency of the back stroke is increased by a fringe of long flattened setae which open like a fan, giving to the limb a scoop like form, and progressively increasing the resistance to the completion of the stroke and then, as the leg is drawn forwards, falling back smoothly to cause the minimum of friction. In quiet waters or slow currents the insects maintain their position by gentle sculling with the middle pair of legs only; when alarmed or in strong currents both pairs are used. Their efficiency is remarkable. Few creatures can swim more than five times their own length per second; a fish, for example, rarely if ever covers a distance of more than four times its own length in one second. DALGLEISH has computed that *Gyrinus sp.* can move twelve times its own length in a second and HATCH estimates that *Dineutus discolor* can cover between 16 and 17 times its own length in that period of time. *Orectochilus* is a faster swimmer than either. What speed it attains I do not know but there can be little doubt that, relative to its size, it moves faster than any racing motor boat yet produced.

The antennae are unusually thick and compact with a scale-like outgrowth near the base. The short thick antenna is carried out of the water and is prevented from being wetted, when the insect is swimming on the surface, by the scale. In the second segment lies a sense organ believed, by EGGERS,¹⁾ to detect differences in surface tension and thus enable the animal to be aware of solid objects projecting above the surface when it approaches them. That some such sense exists is probable; nocturnal species would otherwise be in hard case.

The compound eyes are divided into two pairs; one pair, ventral, serving to detect submerged objects; the other, dorsal and set well above the water on the top of the head, surveys the whole expanse of heaven. Diurnal forms hunt by sight and have keen vision. They can, as anyone who attempts to collect

¹⁾ Eggers F., 1926. Die mutmassliche Funktion des Johnstonschen Sinnesorgan bei *Gyrinus*. Zool. Anzeiger. Bd. 68, pp. 184—192.

them soon finds out, detect the presence of a moving object at a distance of at least twenty feet. When it be remembered that the surface of water in the sunshine produces a strong dazzle the acuteness of their vision seems the more remarkable.

On the surface of the water, exposed to the full blaze of the sun, organisms are subjected to the strong influence of actinic light. This is not only derived directly from the sun's rays but indirectly by reflection from the water. With the exception of snowfields and, possibly, of some deserts it is the most fiercely illuminated of all environments. The shade loving forms are not immune to the destructive action of light; RE-GIMBART indeed records that *Orectochilus villosus* is killed in a few minutes by bright sunlight. It is, therefore, unlikely that any species has tissues which are immune to the destructive action of light. Species which swim in the open have always, I believe, a thick and deeply pigmented exoskeleton, often highly polished. *Gyrinus*, the most numerous and wide spread of open water genera, is densely pigmented and the majority of the species are glossy; South European species being more aenescent than those of more northerly distribution. This is noticeable even amongst individuals of the same species; the southern races of *G. substriatus* and *G. thomsoni* are more aenescent than the northern races.

The *Gyrinidae* are gregarious: the instinct being best developed in diurnal forms. In the Genus *Gyrinus* the habit is strongly developed in all species with the possible exception of *G. suffriani*. Of that species I have captured only four specimens and, although these were all solitary, the number is too small to have any significance. In the other species which I have observed the degree of gregariousness appears to vary. *G. urinator*, which is usual found in running water and is to be taken in faster flowing streams than the other species of the genus, is often found solitary but more usually occurs swimming in small schools in which the individuals do not aggregate closely. *G. paykulli* appears to have the habit better developed but, even when they are numerous, schools of more than a dozen rarely occur and they are poorly maintained, the individuals frequently cruising off alone after a short interval. Their habit of swimming amongst reeds, no doubt, accounts for

this. *G. caspius* and *G. distinctus*, which have a similar but less strongly marked preference for reeds and other plants which project above water, are slightly more gregarious but rarely or never form large schools. *G. substriatus* usually inhabits small ponds and although more gregarious than *G. caspius* never, in my experience, forms really large schools. The average size of a school is about twenty and aggregations of forty or fifty are not common. The individual however often swim closely together. *G. marinus* and *G. thomsoni* which are open water species inhabiting lakes and rivers, have the gregarious instinct developed to a high degree, schools of several hundreds being of common occurrence. *G. marinus* is usually to be found in lakes swimming several yards from the shore. The schools are often large and cover a great area so the individuals do not usually swim in very close proximity to their neighbours. *G. thomsoni* also occurs in lakes but is more usually found in slow flowing streams and in rivers. The schools are compact and the individuals rarely wander far from them. They are generally to be found near the bank, particularly near to some bush or small tree, and the schools rarely contain less than fifty individuals while schools of several hundred are often to be found. It is interesting to note that the love of company shown by *Gyrinus* is not confined to the individuals of the same species but is extended to those of most or all other species. *G. urinator* will swim with *G. substriatus* and *G. thomsoni*; *G. marinus* with *G. substriatus*, *G. paykulli*, *G. distinctus*, *G. thomsoni* and *G. caspius*. When other species occur in the same locality their seems to be little or no segregation. Rare species are consequently to be sought for in schools of abundant forms.

For diurnal *Gyrinidae* the gregarious habit has an advantage which is unique. In general the gregarious mode of life serves three, and sometimes four, useful purposes: the sexes are brought together, food capture is facilitated, danger is more readily perceived, and animals of noxious taste benefit by the fact that a predator having captured one does not attempt a second capture for a considerable period. The pungent and evil smelling *Gyrinus* benefits in all four ways and adds to them a fifth. In *Gyrinus* the gregarious habit is itself a protection as it increases the difficulty of the capture of all the individuals.

This is particularly the case in the more aenescent species which are with difficulty separated from the ripples which surround them. Swimming quietly on still water they are easily seen but on the approach of danger the school commences an intricate dance breaking the water into a thousand ripples amongst which it is well-nigh impossible to follow the movements of an individual. This difficulty is increased by their habit of making short dives. The swerving dance, the glitter of the disturbed water and the constant disappearance and reappearance of the individuals is so confusing that it is doubtful that even the most swift and keen sighted of enemies could effect a capture.

Phylogeny and Classification.

Two able workers have recently expressed their opinions about the phylogeny and evolution of the group. MELVILLE H. HATCH has made a very careful comparative study of the external anatomy of the genera, both recent and fossil, and has expressed his opinions in several papers¹). OCHS, whose knowledge of the systematics of the group is unrivalled, has also considered the subject²). These workers hold almost diametrically opposed views. My own view differs from both of them but is closer to that of MELVILLE HATCH than of GEORG OCHS.

The group is small and compact and comprises about 500 known species. It was well established in the Miocene. In the Oligocene a form *Palaeogyrinus strigatus* Shal. existed which appears in some ways, to be intermediate between the *Dytiscidae* and the *Gyrinidae*. The insect was robust and might be

1) H a t c h, 1925. Phylogeny and Phylogenetic Tendencies of *Gyrinidae*. Papers Michigan Acad. Sci. Art. and Lett. Vol V, pp. 429—467.—H a t c h, 1926. The Morphology of the *Gyrinidae*. Ibid. Vol VII, pp. 311—350, Pls. XX—XXIV.—H a t c h, 1927. A Revision of Fossil *Gyrinidae*. Bull. Brooklyn Ent. Soc. Vol. XXII, pp. 89—96, pl. VII.

2) O c h s, 1926—27. Die *Dineutini*. Ent. Zeitschr. Frankfurt a. Main, Vol. XXXX pp. 61—74, 112—126, 129—140, 190—197.—O c h s, 1930. *Gyrinoidea*. Cat. Indian Insects, Part 19, pp. I—II, 1—39.

expected to give rise to the large somewhat elongated *Dineutus*-like forms known to have existed in the Miocene. Such a view is in accord with the course of evolution found in several successful groups of Arthropods and Vertebrates in which there is at first a tendency for size to increase followed by a diminution of size and a perfecting of structure, physiology and psychology. Unfortunately for such hypothesis *Gyrinoides atavus* Heer from the lower Lias is 3.5 mm in length and *Gyrinoides limbatus* Mots. from the Baltic Amber has a length of 2.25 mm only. The question of size is however unimportant. Large forms of the dimensions of a *Cybister* or *Hydrous* or small species of the size of a small *Bidessus* or *Limnebius* could not take advantage of the surface tension. The actual size variation known to exist within the group is consequently small. All that can safely be said is that, owing to the nature of the environment, small species must be perfect in their adaptations and, consequently, we may expect to find amongst them those most highly evolved.

That the *Gyrinidae* should be considered as a family of the *Adephaga* is reasonable. Many of the best entomologists have, however, doubted it. OCHS considers that they have arisen from a pre-carabid stock, have affinities with the *Palpicornia* and are to be ranked as a „super-family” *Gyrinoidea*. The modern tendency to separate more and more widely every animal group, from the standpoint of the systematist, is to be deplored. In this case it appears unnecessary. The characters which separate the *Gyrinidae* from other *Adephaga* are adaptive, and consequently have little or no classificatory importance. HATCH has been so impressed by this that he derives the *Gyrinidae* from the *Dytiscidae* through the *Palaeogyrinidae*. Both OCHS and HATCH believe that transition from an aquatic to a surface swimming life is simple: it is not. This has lead HATCH to propound an hypothesis which is too facile to be true and has induced OCHS to separate widely the *Gyrinidae* from the *Dytiscidae*. They have concentrated their attentions upon the imago: it is the similarity of the larvae of the two families which is significant.

The common ancestor of both the *Dytiscidae* and *Gyrinidae* was no doubt, a terrestrial beetle with an aquatic larva. The aquatic habits of the adult insects were a much later

acquisition and resulted directly from the necessity to enter the water for oviposition. The separation of the two families occurred while the adults were as yet only casually aquatic; crawling into the water to deposit their eggs and carrying with them a supply of air beneath the elytra. This separation was physiological. The larvae from which arose the *Dytiscidae* specialized for in-shore life and obtained their oxygen directly from the atmosphere: the larva of the pre-gyrinid stock migrated to deeper water and, developing tracheal gills, was emancipated from the atmosphere. The crowded waters near the shore were the scene of fierce competition; they were also rich in food supplies. The larvae which inhabited them were well supplied with oxygen and were therefore capable of achieving the great activity and rapid growth rate essential to success in an environment where food is abundant and the „expectation of life” enjoyed by the inhabitants is short. Small batches of eggs laid at intervals over an extended period were necessitated: large numbers produced at one time resulting in famine. The imago that lived longest and entered the water most frequently for oviposition served the race best. This would be likely to result in the evolution of swimming. Beneath the water, life, for the imago, was easy. The swimming insect has few enemies except fish. The common ancestor of the *Gyrinidae* and the *Dytiscidae* was probably noxious tasting. Both families today possess strong smelling secretions which are poured out when the insects are seized. Fish reject them and other enemies are few. Food is, of course, abundant. The pressure of natural selection consequently fell upon the larva while the imago lived, secure and untroubled by competition, to an advanced age. Thus we find the larvae of the *Dytiscidae* much perfected, creatures of high activity and great ferocity, while the imago has been relatively little modified and retains the Adephegoid facies.

The conditions of life arising from the habits of those larvae which developed aquatic respiration is almost the reverse of that which affected those specializing for a life in shallow waters. The larva, despite its adequate feeding mechanism and the plentiful food supplies of deep waters, could not attain a high metabolic rate because of the more limited oxygen supplies available. In the early stages of its evolution, when the

tracheal gill system was as yet poorly developed, it must have been sluggish and slow in development. It was, however, exposed to far fewer dangers; once the deeper water was reached. To migrate from the shallows, teeming with enemies, into the security of the depths was difficult and dangerous. Economically it is a journey best accomplished by the adult. At first no doubt the adult, half submerged, paddled with unspecialized legs to some plant to lay a single batch of eggs: *Carabidae* may to this day be seen making their way from place to place in this manner. The danger of such a journey when it lies over deep waters far from the shore is great. The forces of natural selection were therefore focussed upon the imago. The position is the reverse of that responsible for the evolution of the *Dytiscidae*. In consequence of this we find that whereas the larvae of the *Gyrinidae* are sluggish the imago is one of the most highly specialized and active of insects and has departed from the Adepagous type in many ways.

This is of course a mere hypothesis. A far more thorough investigation of the internal anatomy of both larva and imago is required before the position of the *Gyrinidae* can be safely established. Nevertheless it is a working hypothesis which enables us to retain the *Gyrinidae* as a family of *Adephaga* and allows us to follow those who associated the *Gyrinidae* and *Dytiscidae* in the group *Hydradephaga*.

The arrangement of the sub-families of the *Gyrinidae* is also a matter of dispute. OCHS believes the *Gyrinini* to be the most primitive and regards the tribe *Dineutini* of the Sub-family *Enhydrini* to be the most highly evolved. He looks upon the *Orectochilini* as being also highly evolved. HATCH regards the *Enhydrini* as primitive and the *Gyrinini* and *Orectochilini* as highly evolved. A more detailed consideration of these authors phylogenetic speculations as they are applied to the consideration of the genera would be unprofitable but it is important that the relative positions of the sub-families should be established. My views, based on different considerations, are in close agreement with those of HATCH. I will, therefore, only discuss the arguments advanced by OCHS. His views, if I do not misunderstand him, are based on the following assumptions:

1. Small size is primitive: as organisms evolve they become

larger.—This is by no means always true. Even if it were true the size variation in the *Gyrinidae* would not be sufficient to serve as a criterion.

2. The primitive *Gyrinidae* pupated on emergent vegetation.—This argument is void. *Gyrinus* makes a pupal chamber of earth like other genera.

3. The open water life on still waters is primitive.—This view needs careful consideration. The primitive larva almost certainly required still or slow flowing water and a rich oxygen supply. It, no doubt, inhabited banks of submerged weed in open water. The imago likewise required still water as it could not have paddled across swift flowing water. To this extent OCHS argument holds. The adult, however, is not likely to have been able long to endure the rays of the sun. It was, no doubt, like many insects with aquatic larvae, a nocturnal or semi-nocturnal creature, haunting the shades by day and journeying over the waters in the evening or at night. The difficulties of life on sunlit waters are many. To overcome them requires a highly perfected constitution. OCHS argument is consequently invalid.

4. That a large number of elytral striae is more primitive than a small number.—This seems to me purely hypothetical. The early fossil forms appear to have had smooth elytra. If this is any indication, the converse of his supposition is the correct view.

5. That a wide geographical distribution indicates an ancient type.—Amongst sedentary organisms of recent evolution this is, no doubt, partly true: WILLIS¹⁾ has brought forward a large amount of data to show that it is so. Many exceptions are, however, to be found, even amongst organisms which have limited means of dispersal. It is not applicable to animals which can fly and are migratory in their habits. Amongst such creatures a wide distribution is an indication not of antiquity but of virility. The Genus *Gyrinus* was well established in the early Pleistocene. They are good fliers and are migratory in habit. The fact that they have a world wide distribution is not surprising: individual species of *Dytiscidae* are almost as wide-spread.

1) Willis. 1922. Age and Area. Cambridge.

I believe both the *Gyrinini* and the *Orectochilini* to be highly evolved groups, while I regard the *Enhydrini* as an offshoot from an early gyrid stock which, retaining certain primitive characters and failing to attain the perfection of *Gyrinus* or *Orectochilini*, has evolved along lines of its own and cannot be closely linked with either of these groups.

Two divergent tendencies must have been present early in the gyrid evolution. The one a specialization for the most arduous life of the open waters in the full glare of the sun, the other for the shaded waters of swift flowing streams. Both provide the larvae with the necessary oxygen, which shaded ponds do not, and both provide an ample food supply for the imago. The Genus *Gyrinus* appears to be most highly evolved of all diurnal forms so perfect structurally, physiologically and psychologically are its adaptations to that mode of life and so wide its distributions. The environment is one of the most difficult and dangerous of all habitats and the fact that all over the world the genus *Gyrinus* succeed in maintaining itself in such a habitat despite the competition of other and larger forms suggests that it is the very finished end product of this line of evolution. The *Orectochilini* which inhabit swift streams, as does *Orectochilus*, are so rapid in their movement that there can be no doubt that they are highly evolved. On this point indeed OCHS and HATCH are in agreement.

Variation.

The Family, as a whole, shows considerable variation in respect to features not of adaptive importance. The number of segments in the antennae varies; the flagellum being nine segmented in some genera while others have as few as six segments. This reduction has apparently taken place independently in the *Enhydrini* and *Orectochilini*. On the other hand in adaptive features, so specialized is the group, great uniformity exists.

In the material from Poland certain interesting peculiarities were to be observed. In comparison with English and South European specimens the Polish insects were on an average slightly larger and darker with less aenescence above.

This also appears to be characteristic of the mountain forms of some species of *Aulonogyrus*¹⁾. The fact that in Poland we find an increase in size associated with a denser pigmentation in *Gyrinus* as was also found in the nearly related Genus *Aulonogyrus* in the high mountains of Abyssinia suggests that this is due to low temperature. In *Dytiscidae* there is, likewise, a marked tendency for individuals to be more darkly pigmented in the North. In Abyssinia the sex ratio also appeared to change with the altitude; there being a preponderance of females at high altitudes and of males at low. No corresponding increase in the proportion of females was noticeable in Poland indeed in all the species of which sufficient material was available males were in the majority.

The material from Poland has thrown light upon the interesting problem of Species-pairs and Species-complexes²⁾.

In a paper on the *Coleoptera* of Wicken Fen by CHARLES E. TOTTENHAM and myself³⁾ the species-pairs *G. marinus-thomsoni* and *G. caspius-paykulli* were discussed and attention was directed to the species complex *G. natator-substriatus-suffricni*. The Polish material was rich in specimens of *G. natator* and *G. substriatus* varieties and has increased our knowledge of this peculiarly interesting species-complex.

It seem probable that in the course of evolution the germ plasm of some species becomes unstable and under the influence of physiological conditions, or of isolation, varieties are produced which in time become so well defined that they are recognized as species or sub-species. In Abyssinia such an unstable species appears to be *Dineutus gondaricus* while in Europe the species complex *G. natator-substriatus-suffriani* is a very beautiful example of the formation of species. After

1) Omer-Cooper, 1930. Report on the *Gyrinidae*. Mr. Omer-Cooper's investigation of the Abyssinian Fresh Waters (Hugh Scott Expedition). Proc. Zool. Soc. London, 1930, pp. 415—427.

2) Omer-Cooper, 1931. Species-Pairs in Insects. Nature, Vol. 127, p. 137.

3) Omer-Cooper, 1931. On *Gyrinus natator* L. and *G. substriatus* Steph. Ent. Mo. Mag. Vol. LXVII, pp. 195—198.

4) Omer-Cooper and Tottenham, 1932. The *Coleoptera* of Wicken Fen. Pt. III. The Natural History of Wicken Fen. Pt. VI pp. 489—500.

studying the valuable collections from Poland and the material so kindly sent me by OCHS I am now able to recognize the following named and unnamed forms.

G. natator L.

G. natator L. with a dense fine puncturation.

G. substriatus Steph. s. str.

G. substriatus var. *siculus* Reg.

G. substriatus var. *schatzmayri* Ochs

G. substriatus var. *fowleri* O.-C.

G. substriatus var. *oblitus* Sharp.

G. substriatus Steph. ab. very broad almost circular.

G. suffriani Scrib.

G. suffriani? underside partly yellow.

There is also the ab. *B.* of SHARP which occurs in *G. substriatus* and some of its varieties and in *G. natator* as well as in other species of *Gyrinus*. This whole group of species and varieties is almost certainly monophyletic and I believe that the common Polish form *G. substriatus* var. *siculus* Reg. approximates closely to the primitive form as it is widely distributed and is, in many ways, the central type being neither so dark nor so elongated as *G. natator* nor so light coloured and rounded as *G. substriatus* and having the aedeagus intermediate in breadth between *G. natator* and *G. suffriani*.

Account of examined forms.

Gyrinus minutus Fab. 1798

Average size: ♂ — 4.05 x 2.07 mm; ♀ — 4.5 x 2.30 mm;

Largest: 4.3 x 2.25 mm; 4.7 x 2.45 mm;

Smallest: 3.6 x 1.85 mm; 4.2 x 2.15 mm;

Localities:—Lake Wigry, VI. 1931, 25 ♂, 18 ♀; Pond Nr. 3 near Wigry, V. 1931, 8 ♂, 2 ♀, Pond Nr. 4, 6 ♂, 6 ♀, Pond Nr. 5, VI. 1931, 14 ♂, 13 ♀, Pond Nr. 6, VI. 1931, 1 ♀; Pełkinie, p. Jarosław, 22. V. 1918, 1 ♂, 1 ♀; Perejma p. Borszczów, 10. VII. 1922, 1 ♀; Olmany p. Stolín, lake Zasuminie, 20. VIII. 1923, 1 ♂; Budynki p. Stolín, 21. VIII. 1923, 1 ♂; Perebrodje p. Stolín, 23. VIII. 1923, 1 ♂; Sobolewo p. Suwałki, 19. IX. 1923, 1 ♂; Pancelejki p. Braślav, 3—14. VIII. 1924, 4 ♂, 1 ♀; Białowieża, riv. Hwozna, 29. VIII. 1924, 1 ♀.

Convex; scutellum with a narrow longitudinal ridge; pronotum and elytra finely reticulated; dull black above in both

sexes, below ♀ yellow to fuscous, uniformly pigmented, ♂ thorax yellow to fuscous, abdomen always more or less infuscated, sometimes almost black; claws in both sexes yellow; median lobe of aedeagus of medium width, apex rounded and notched.

OCHS 1927, pp. 40—41 (Über die Gyriniden von LINNÉ und FABRICIUS, Koleopt. Rundschau, Vol. XIII, No. 1, pp. 34-42) and OMER-COOPER, 1930, pp. 66-67 (The British Species of *Gyrinus*, Ent. Mo. Mag. Vol. LXVI, pp. 64-75) have attempted to prove that two species, sub-species, or varieties of *Gyrinus* have been confused under the name *G. minutus* Fab. The Fabrician species has the abdomen deeply infuscated while, in the British Isles and in many parts of Europe, there is a form with the underside yellow, which was described by MARSHAM in 1802 as *G. kirbyi*. The splendid series of *G. minutus* collected and sent to me in alcohol by Dr. WISZNIEWSKI has convinced me that these two forms cannot be separated. Northern forms of almost all aquatic coleoptera tend to be darker than southern forms, and, consequently, the sexual difference in colouration is more easily observed. From the study of this material it is evident that the *G. minutus* Fab. s. str. and the *G. minutus* F. var. ♀ Aubé is the ♂ of the *G. minutus* F. of most authors and the *G. minutus* var. *kirbyi* Marsh of OCHS and myself is the ♀ of one species *G. minutus* Fab.

The species is northern and its occurrence was, therefore, to be expected in Poland. The size is normal for the species, Those from Wigry were, on the whole, slightly above the average, but from Pancelejki they were small; indeed the smallest I have ever seen. All the specimens received were measured. The average size was obtained from the Wigry material of 73 specimens.

No difficulty can be experienced by anyone in determining this species, the carinate scutellum, the reticulated pronotum, the colour of the under surface and the small size make it impossible to confuse it with any other European species.

Gyrinus marinus Gyll. 1808

Average size: ♂	— 6.05 x 3.20 mm;	♀	— 6.90 x 3.70 mm.
Largest:	6.25 x 3.30 mm;		7.05 x 3.80 mm.
Smallest:	5.85 x 3.05 mm;		6.55 x 3.60 mm.

Localities:— Lake Wigry, V.1931, 8 ♂, 6 ♀; Pond Nr. 3 near Lake Wigry, V.1931, 2 ♀; Olmany, p. Stolín, 20.VIII. 1923, 2 ♂.

Rather flattened; lateral margins of elytra wide; pronotum and elytra with dense fine puncturation, slightly reticulate towards apex, fine punctures in ♀ usually accentuated by short superficial strigae; steel black above, ♂ more shining than ♀, dull black individuals of both sexes not uncommon; underside black with last abdominal segment and mesosternum fuscous, epipleurs black and aenescent, rarely slightly yellowish near base of elytra; front tarsal claws fuscous, middle and hind tarsal claws black; median lobe of aedeagus narrow, tapering to a sharp point.

This species will no doubt be found to occur commonly if large ponds and lakes are searched. Its habit of swimming at some distance from the bank makes it rather more difficult to capture than other species. It is easily identified by its large size, robust appearance, the black colour of the underside and the black and aenescent epipleurs, and it can readily be separated from all other European species, with the exception of *G. thomsoni* Zaitz., by the black claws of the middle and hind legs. From *G. thomsoni* Zaitz. it is separated by its broader body, the rather wider elytral margins, and its larger size. The male is easily recognised by the sharp pointed aedeagus but the ♀♀ of the two species are only to be separated by their size.

The specimens from Poland which I have examined are all perfectly typical and, like all the species received, are on the average rather large. The var. *dorsalis* Gyll. 1808 no doubt occurs. This variety has the upper surface red, especially the anterior median region of the elytra. The punctures of the elytral striae are black. This is an aberration and the condition may be due to age.

? *Gyrinus thomsoni* Zaitz. 1907

Size of ♂ 5.50 x 2.95 mm.

English specimens measure:

♂ Length. 4.3—5.2 mm; breadth 2.5—3.0 mm.

♀ Length. 5.0—5.8 mm; breadth 2.9—3.4 mm.

Locality:—Białowieża riv. Hwozna, 29.VIII.1924, 1 ♂.

Rather depressed; lateral margins of elytra not noticeably wide; pronotum and elytra with dense fine puncturation, slightly reticulated towards apex, punctures in ♀ sometimes accentuated by short strigae; both sexes steel black above but dull black individuals not uncommon, under side uniformly black, epipleurs black and aenescent; front tarsal claws fuscous, middle and hind tarsal claws black; median lobe of aedeagus narrow, apex truncated.

The difficulty of distinguishing the ♀♀ of this species is considerable as they resemble the ♀♀ of *G. marinus* in almost every particular except size. The size of the specimen recorded is 1.05 mm less than the smallest ♀ specimen of *G. marinus* in the collection. It has also the rather narrower elytral margins, the very black under surface and the slightly more convex body characteristic of *G. thomsoni*. It is possible however that a dwarf specimen of *G. marinus* might show these peculiarities. Until ♂♂ have been captured the record must be considered doubtful. The species should be searched for in slow flowing streams and in rivers, in indentations of the banks and in backwaters. It may also occur in large ponds and lakes. It may easily be confused with *G. opacus* Sabl. an arctic species which is likely to occur in Poland, swimming in company with *G. thomsoni* or *G. marinus* in ponds and lakes. This species is easily separated by its yellow claws and more reticulate elytra and pronotum.

Gyrinus distinctus Aubé 1836

Average size: ♂ —	5.95 x 3.10 mm;	♀ —	6.50 x 3.35 mm.
Largest:	6.25 x 3.15 mm;		6.70 x 3.50 mm.
Smallest:	5.50 x 2.85 mm;		6.05 x 3.10 mm.

Localities:—Lake Wigry, V.1931, 1 ♂, 6 ♀; Wigry k. Gawrych, 5—12, IV, 1922, 2 ♂, 2 ♀; Borszczów, orb-pond l. 7, VII, 1922, 1 ♂; Borszczów, brook in wood, 15, VII, 1922, 1 ♂, 1 ♀; Filipkowce k. Mielnicy, (p. Borszczów), 17, VII, 1923, 6 ♂, 2 ♀; Wołkowce n. Dn., brook in valley, 19, VII, 1923, 2 ♂, 2 ♀; Białowieża rezerwat, 26, VIII, 1924, 1 ♀.

Moderately convex; pronotum and elytra finely punctured; punctures of the elytral striae almost uniformly impressed; upper surface shining black with a slightly blue lustre; under

surface black with the mesosternum and last abdominal segment red, sometimes a little infuscated; epipleurs yellow; front, middle and hind tarsal claws yellow; median lobe of aedeagus very broad and rounded at the apex.

This species is readily separated from all other European species, known to science, by its broad aedeagus, the sides of which are very sinuous and the apex rounded. The shape and the fine puncturation, together with the particoloured underside and the yellow tarsal claws, separate the ♀♀ from all other species except *G. substriatus* Steph. *G. substriatus* has a variety with a fine puncturation (var. *siculus* Reg.) which is extremely similar to that of *G. distinctus*. The ♀♀ of *G. distinctus* are rather more elongated, the apex of the elytra is slightly more sharply and transversely truncated; the punctures of the elytral striae are more uniformly impressed and the fine puncturation is usually more pronounced. All these differences are slight and I find it almost impossible to separate all the ♀♀ with certainty, although the majority are easily named.

Gyrinus paykulli Ochs 1927

Average size: ♂	— 6.50 x 2.80 mm.
Largest:	6.85 x 3.00 mm.
Smallest:	6.25 x 2.55 mm.
Size of ♀:	6.85 x 2.95 mm.

Localities: — Lake Wigry, V. 1931, 3 ♂♂, 1 ♀; near Wigry, Pond Nr. 3, V. 1931, 1 ♂.

Convex; apex of elytra roundly and obliquely truncated; pronotum and elytra not finely punctured; punctures of elytral striae uniformly and well impressed; above black and aenescent, under surface black with the mesosternum and last abdominal segment red, fuscous, or black, epipleurs yellow, sometimes infuscated; front, middle and hind tarsal claws yellow, median lobe of aedeagus very narrow and tapering to a sharp point.

The species is easily distinguished from others with the exception of *G. caspius* Men. From this it may be separated by its larger size, the rounded truncature of the elytra (*G. caspius* has the apex of the elytra sharply and transversely truncated) and the characteristic median lobe of the aedeagus which almost exactly resembles that of *G. marinus*. The specimens

from Wigry were very dark underneath, the mesosternum and last abdominal segment being almost or quite black and the epipleurs much infuscated. I have seen other dark specimens but none so dark as these.

Gyrinus natator Linn. 1758

Average size: ♂ —	5.20 x 2.90 mm;	♀ —	5.90 x 3.25 mm.
Largest:	5.55 x 3.10 mm;		6.25 x 3.30 mm.
Smallest:	5.00 x 2.70 mm;		5.50 x 3.05 mm.

Localities: — Near Wigry, Pond Nr. 2, V. 1931, 1 ♂, 5 ♀, Pond Nr. 3, V. 1931, 1 ♂, Pond Nr. 4, V. 1931, 1 ♂, Pond Nr. 2, VI. 1931, 4 ♂, 4 ♀, Pond Nr. 3, VI. 1931, 7 ♂, 1 ♀, Pond Nr. 4, VI. 1931, 9 ♂, 6 ♀, Pond Nr. 6, VI. 1931, 1 ♀; Swarzewo p. Puck, 22, VIII. 1922, 1 ♂; Sobolewo p. Suwałki, 19, IX. 1922, 4 ♂; Strusza p. Braślów, 14, VIII. 1924, 1 damaged specimen; Okmianica p. Braślów, 15, VIII. 1924, 1 ♂; Świtez p. Nowogródek, 18, VIII. 1924, 1 ♂, 2 ♀; Białowieża, 26—29, VIII. 1924, rezewat, 7 ♂, 8 ♀, riv. Hwozna, 10 ♂, 9 ♀, Łętownia p. Nisko, 1 ♂, 3 ♀.

Moderately convex; apex of elytra roundly truncated; pronotum and elytra rarely with a well marked fine puncturation usually with the fine puncturation subdelete; punctures of elytral striae uniformly impressed; upper surface black, shining or dull, never brightly aenescent, under surface black, mesosternum and last abdominal segment almost or quite black, epipleurs deeply infuscated; front, middle and hind tarsal claws red or yellow; median lobe of aedeagus rather short, moderately narrow, apex truncated transversely.

This species, the first of the Genus to be described, has been confused with *G. substriatus* Steph. until OCHS, 1927, (Über die Gyriniden von LINNÉ und FABRICIUS, Ent. Rundschau, Bd. 13, Nr. 1, pp. 34—42) pointed out that the Linnean species differed in several respects from the species usually described as *G. natator* L. In 1931 Messrs BRITTEN and DAY sent me 7 ♂♂ and 3 ♀♀ of a small *Gyrinus* collected in England which I determined as *G. natator* L. and described in a paper „On *Gyrinus natator* L. and *G. substriatus* Steph.” (Ent. Mo. Mag. Vol. LXVII, pp. 195—198). The specimens received from Poland confirm me in the conviction that the two species should be considered distinct. The material, upon which the measurements given above were made, was all collected by Dr.

WISZNIEWSKI in the neighbourhood of Lake Wigry and the specimens of *G. substriatus* Steph. used for comparison were collected at the same time and in the same neighbourhood. This material was collected without selection and was all preserved in alcohol. When I received it I sorted the individuals into two groups on the single character of the colour of the mesosternum. In this freshly preserved material no difficulty arose; the difference between the black mesosternum of *G. natator* and the red mesosternum of *G. substriatus* was quite obvious even when the latter species had the mesosternum infuscated. The whole of the specimens with the black or very dark brown mesosterna had the elytral striae almost uniformly deeply punctured and were definitely small. The largest ♂ and the largest ♀ were both below the average size of the same sex of *G. substriatus* Steph. This I believe indicates that the species are truly distinct. The fact that a specimen of *G. substriatus* was as small as the smallest *G. natator* is not surprising for small individuals of almost every species of *Gyrinus*, and indeed of every species of living creature, are not uncommon. The difficulty of making accurate measurements is considerable. Measurements made by different workers cannot be safely compared nor, indeed, can measurements made by the same worker with different instruments. These measurements were made consecutively over a period of less than three weeks, using an exactly similar technique. They are therefore directly comparable and there is no likelihood of experimental error affecting the averages from a comparative standpoint.

In separating this species from *G. substriatus* the black mesosternum is the most valuable character. It is not however absolutely diagnostic for there is a variety of *G. substriatus* (var. *fowleri* O.-C.) which has the mesosternum very deeply infuscated or black. The uniform puncturation of *G. natator* and the smaller size are characters of value. *G. natator* is also slightly more elongated on the average than *G. substriatus*. The difference in length and width of the median lobe of the aedeagus is not very easily seen, especially in dried specimens. In *G. substriatus* the parameres are usually red or yellow with a patch of infuscation apically, while in *G. natator* the parameres are uniformly reddish brown. When a series of half a do-

zen specimens is available there is not much difficulty in determining *G. natator* L. but single ♀ of large size cannot be easily separated from ♀ of *G. substriatus* var. *fowleri* O.-C. This variety is in my very limited experience smooth and has no fine puncturation on the thorax, while there is usually, if not always, a fine puncturation of the pronotum in *G. natator* L. although it is sometimes difficult to see.

Dull black specimens of *G. natator* L. are not uncommon. These usually have a well marked fine puncturation, although this is not invariable. A few individuals are very dull and have the surface of the elytra somewhat crenulated, thus approaching the condition found in *G. substriatus* var. *schatzmayri* Ochs.

Gyrinus substriatus Steph. 1828

Average size: ♂ — 5.6 x 3.0 mm;	♀ — 6.30 x 3.55 mm.
Largest: 6.15 x 3.4 mm;	6.85 x 3.80 mm.
Smallest: 5.00 x 2.75 mm;	5.85 x 3.25 mm.

Localities: — var. *siculus* Reg.: Lake Wigry, VI. 1931, 1 ♂, 1 ♀; near Wigry, Pond Nr. 2, V. 1931, 12 ♂, 16 ♀; Pond Nr. 3, V. 1931, 18 ♂, 5 ♀; Pond Nr. 4, V. 1931, 11 ♂, 6 ♀; Pond Nr. 2, VI. 1931, 19 ♂, 17 ♀; Pond Nr. 3, VI. 1931, 16 ♂, 7 ♀; Pond Nr. 4, VI. 1931, 28 ♂, 23 ♀; Pond Nr. 5, VI. 1931, 4 ♂, 5 ♀; Pond Nr. 6, VI. 1931, 13 ♂, 6 ♀; var. *schatzmayri* Ochs: near Wigry, Pond Nr. 3, V. 1931, 3 ♂; Pond Nr. 4, V. 1931, 1 ♀; Pond Nr. 3, VI. 1931, 1 ♀; *substriatus* near var. *siculus* or typical: Dublany p. Lwów, 2, IX. 1916, 1 ♀; Pełkinie p. Jarosław, 17, VIII. 1919, 1 ♀; Kopanki p. Kałusz, 8, IX. 1919, 2 ♂, 1 ♀; Majerówka p. Lwów, 31, VIII. 1921, 1 ♂, 2 ♀; Wołkowce n. Dn. p. Borszczów, brook in valley, 18, VII. 1922, 3 ♂, 1 ♀; Swarzewo p. Puck, 22, VIII. 1922, 2 ♂, 3 ♀; Sobolewo p. Suwałki 19, IX. 1922, 4 ♂, 4 ♀; Filipkowce p. Borszczów, 7, VII. 1923, 4 ♂, 1 ♀; Strzelce p. Horodenka, 13, VII. 1923, 2 ♀; Strusza p. Braśław, 14, VIII. 1924, 4 ♂, 5 ♀; Białowieża rezerwat, 26, VIII. 1924, 1 ♂, 1 ♀; ab. *fowleri* O.-C.: Kopanki p. Kałusz 7-8, IX. 1916, 1 ♂, 2 ♀; Zaleszczyki, 9, VII. 1923, 2 ♀; Białowieża rezerwat, 26, VIII. 1924, 4 ♀; var. *siculus* Reg.: Borszczów, brook in wood, 15, VII. 1922, 4 ♀; Olchowiec n. Dn. p. Borszczów, brook, 16, VII. 1922, 2 ♂, 3 ♀; Obieżowa near Zaleszczyki 11, VIII. 1925, 2 ♀.

Moderately convex; apex of elytra roundly truncated; pronotum and elytra rarely crenulated and with dense fine puncturation (var. *schatzmayri* Ochs) sometimes with a dense but subdelete fine puncturation (var. *siculus* Reg), sometimes smooth

(*G. substriatus* s. str.), punctures of elytral striae deep at the sides, much less deep, often subdelete, towards the suture; upper surface black with a brilliant aenescence, dull specimens not uncommon, beneath black with the mesosternum and last abdominal segment, typically, of a clear red, sometimes infuscated, rarely (var. *fowleri* O.-C.) black, epipleurs yellow, red, or, rarely, infuscated; median lobe of aedeagus narrow, rather long, apex transversely truncated.

Gyrinus substriatus is the commonest of the European *Gyrinidae*, being both abundant and widely distributed. It is a very variable species and considerable differences in size, colour and shape are not infrequently to be found amongst the individuals swimming together in the same school. The commonest aberration is the dull black form. This was called var. *B* by SHARP and this method of designating it may well be adhered to. OCHS in 1927 redescribed the *G. corpulentus* of SCHATZMAYER, 1903 and named it var. *schatzmayri*, the name *corpulentus* being preoccupied. It is a very dull variety which SHARP appears to have included under var. *B* although I am by no means convinced that he had seen the typical var. *schatzmayri*. The true var. *B* is a black aberration of the typical *G. substriatus* and occurs singly. The thorax and elytra are smooth without puncturation, and often with long scratches. The var. *schatzmayri* is a very different insect in many ways; the surface of the pronotum and elytra in typical examples is crenulated and covered with an easily visible fine puncturation. This variety, when it occurs may be present in some numbers. Whether the variation is genetic or due to physiological effects of the environment, I do not know, but there can be little doubt that it is different in its origin from ab. *B*.

The var. *fowleri* which I described in 1930 is a smooth insect, very black on the dorsal surface and having the mesosternum and last abdominal segment black. There is little or no fine puncturation and the punctures of the elytral striae are subdelete towards the suture. The size is usually rather large.

The var. *siculus* Regimbart first described from Sicily but common in many parts of Europe, is distinguished by possessing a fine puncturation on the pronotum and on the elytra. The variety is also characterised by being slightly more elongated

than the typical form and by having the mesosternum and last abdominal segment a dusky red. The epipleurs are also frequently a little infuscated.

The var. *oblitus* Sharp, which has not yet been recorded from Poland, is a small insect brightly aenescent with the mesosternum and last abdominal segment a clear red but having the punctures of the elytral striae deeply and almost uniformly impressed. The median lobe of the aedeagus is very slightly narrower than in the typical *G. substriatus*.

The typical *G. substriatus* is brightly aenescent and polished, without fine punctures on the pronotum and elytra. The mesosternum and last abdominal segment are a clear red and the epipleurs are yellow. It varies considerably in size and shape but is usually rather more convex and more rounded than the var. *siculus* Reg.

The varieties may be separated as follows:

1. (4) Pronotum and elytra with fine puncturation.
2. (3) Upper surface dull black, crenulated, with very deeply impressed fine punctures: var. *schatzmayri* Ochs.
3. (2) Upper surface polished, not crenulated: var. *siculus* Reg.
4. (1) Pronotum and elytra without fine puncturation except a few widely separated small punctures.
5. (8) Mesosternum and last abdominal segment red; epipleurs yellow brightly aenescent.
6. (7) Size smaller, puncture of elytral striae uniformly and deeply impressed: var. *oblitus* Sharp.
7. (6) Size larger, punctures of elytral striae subdelete, or at least finer, towards the suture: *substriatus*.
8. (5) Mesosternum and last abdominal segment black, epipleurs infuscated, shining black above: var. *fowleri* O.-C.

The majority of the specimens from Poland were finely punctured and some had the fine punctures very well marked and the body rather elongated and slightly more depressed than in the typical *G. substriatus*. Some of the ♀♀ were difficult to distinguish from *G. distinctus* Aubé. These agree well with specimens of the var. *siculus* from Sicily and also in having the body darker beneath, the mesosternum being frequently infuscated. A few specimens of typical var. *schatzmayri* occurred and numbers of ab. *B*, an aberration which appears to occur in every species and variety of the European *Gyrinus*. The typical *G. substriatus* appears to be absent. Some speci-

mens approach it but none were so brightly particoloured, so smooth, brightly aenescent, and rounded as is the South European insect. The majority of the specimens were of the var. *siculus* type and the remainder were near to var. *fowleri*.

Orectochilus villosus Mull. 1776

Size of ♂ examined 6.0 x 2.5 mm.

Locality:—Krzemieniec riv. Ikwa, 14. VIII. 1923, 1 ♂.

Very convex; labrum projecting, fringed with long setae; pronotum and elytra very finely reticulate, with numerous irregular deep punctures and a fine pale yellow pubescence; no elytral striae. Upper surface fuscous, often almost black, with margins of prothorax and elytra yellow, antennal socket and antennae yellow; under side, legs and tarsal claws pale yellow.

This species, owing to its pubescence and the absence of elytral striae, cannot be confused with any species of *Gyrinus*. There is a variety, var. *bellieri* Rche, which has the under surface fuscous and a sub-species *involvens* Fald. which is larger (6.5—9.0 mm). For a discussion of this variety OCHS, 1929, (Zudem Thema *Orectochilus involvens* Fald. und *Orectochilus zeravshanicus* Glas. Ent. Nachrichtenblatt Bd. III, Hft. 2, pp. 46—47), should be consulted.

Summary.

The *Gyrinidae* are exceptionally highly specialized insects adapted to a difficult environment. They differ from other *Adephaga* on this account. The similarity in the larvae shows them to be related to the *Dytiscidae*. The two stocks, however, separated before the imago had become adapted to an aquatic habitat. The *Dytiscidae* and *Gyrinidae* can therefore be placed side by side as Families of the Sub-Order *Adephaga* and the Tribe *Hydradephaga*. The Polish material indicates that in the north species become more densely pigmented and larger and that this is due to low temperature. It also throws light on the composition of the *G. natator-substriatus-suffriani* species-complex.

From the Zoological Department, Armstrong College,
University of Durham, England.

KAZIMIERZ DEMEL

Z POMIARÓW TERMICZNYCH BAŁTYKU. CZĘŚĆ V ¹⁾.

Piąte z kolei sprawozdanie obejmuje dane termiczne, zebrane w latach 1932—1933 przy Helu w punkcie obserwacyjnym Stacji Morskiej (54°36'N, 18°47',5 E). Podobnie jak i w latach ubiegłych dane zbierane były w pięciu głębokościach (0, 10, 20, 30 i 40 m), w zasadzie w pięciodniowych odstępach czasu. Są one dalszym ciągiem pomiarów, prowadzonych systematycznie od roku 1926²⁾, i uzupełniają zgromadzony dla danego punktu obfity materiał nowymi 700 pomiarami.

Rok 1932.—Tak jak w roku 1931 najniższa temperatura jest spóźniona i przypada na marzec, nie zaś, jak zazwyczaj, na luty. Średnia miesięczna marca wynosi 0,6° na powierzchni i 1,3° w głębokości 40 m.—W marcu też obserwowano najniższą temperaturę dla całego roku, mianowicie 0,2° na powierzchni (5.III.32).

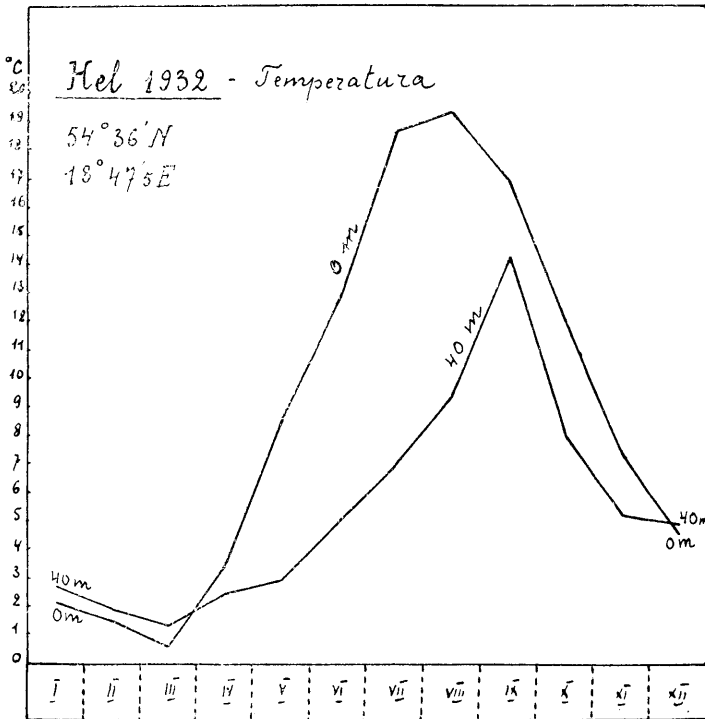
Średnie miesięczne maksimum przypada normalnie na sierpień i wynosi 19,3°, czyli jest o całe dwa stopnie wyższe, niż w r. 1931. Tłumaczy się to szczególnie ciepłem, kontynentalnym latem tego roku. Średnia amplituda roczna między sierpniem i marcem była wskutek tego wysoka: 18,7°, również bezmała o 2° wyższa, niż w roku poprzednim. Dla innych głębokości amplituda między sierpniem i marcem wynosi: dla 10 m.—18,2°; dla

1) Praca wydana z zasiłku Morskiego Instytutu Rybackiego.

2) Z pomiarów termicznych Bałtyku. Cz. I, II, III, IV, Kosmos t. 54. 55, 57, 1929, 1930, 1933.

20 m.—17,5; dla 30 m.—12,9^o; dla 40 m.—8,1^o. Jest ona większa dla dwóch warstw górnych, mniejsza zaś dla głębokości 40 m, niż w roku poprzednim.

Przebieg krzywej (wykres 1), ilustrującej średni miesięczny bieg temperatury dla powierzchni, jest normalny, jednowierzchołkowy, z najwyższym wzniesieniem w sierpniu jak zazwyczaj, w przeciwieństwie do „anormalnej”, dwuszczytowej krzywej z r. 1931.



Wykres 1.

Średnie miesięczne temperatury na powierzchni i w 40 m głębokości przy Helu w r. 1932.

Miesięczne maksimum dla warstwy 40 m głębokości przypada na wrzesień i wynosi 14^o,3, co niewątpliwie odpowiada bardziej typowym dla Helu stosunkom, niż obraz w r. 1931,

gdzie krzywa dla 40 m głębokości okazywała aż 3 wierzchołki (czerwiec — sierpień — październik), z których najwyższy był w sierpniu¹⁾.

Proste uwarstwienie termiczne mamy od kwietnia do listopada, odwrotne — w styczniu i lutym. Przejście wiosenne z odwrotnego uwarstwienia w proste odbywa się w marcu; jesienne — w grudniu. Okres lata o prostym uwarstwieniu i temperaturach dla wód powierzchniowych powyżej 8 trwa od maja do października; okres zimy obejmuje styczeń, luty; wiosny — marzec, kwiecień; jesieni — listopad, grudzień.

Przebieg krzywej ilustrującej wszystkie pomiary (wykres 3) bardzo dobitnie wskazuje w okresie lata na kolejność wpływów oceanicznych, których efektem były gwałtowne wyżki termiczne w warstwie 40 m głębokości (21.VII; 10.VIII; 20.VIII; 6.IX; 15.IX—21.IX; 30.IX—5.X), spowodowane prądem naprowadzającym wierzchnie nagrzane wody od zachodu. Wpływy te zmieniają się z wpływami kontynentalnymi, obniżającymi temperaturę w głębokości 40 m w następstwie prądu, unoszącego ku zachodowi wody powierzchniowe, a spodem podsuwającego na nasz punkt termiczny zimne wody głębinowe (15.VII; 25.VII—5.VIII; 16.VIII; 25.VIII—9.IX; 10.X).

Wykres ten wymownie ilustruje, jak bardzo czuły jest punkt termiczny przy Helu, leżący w pobliżu rezerwoaru zimnych głębokich wód Zatoki Gdańskiej, dla zilustrowania poziomych ruchów w warstwach wód Bałtyku.

Rok 1933.—W roku 1933 minimum termiczne dla wód powierzchniowych przy Helu przypada normalnie na luty i wynosi w średnim miesięcznym obliczeniu $0,8^{\circ}$; zaś dla głębokości 40 m — w marcu przy temperaturze $1,5^{\circ}$. Minimalną dla całego roku temperaturę $0,1^{\circ}$ obserwowano na powierzchni 28.II.33.

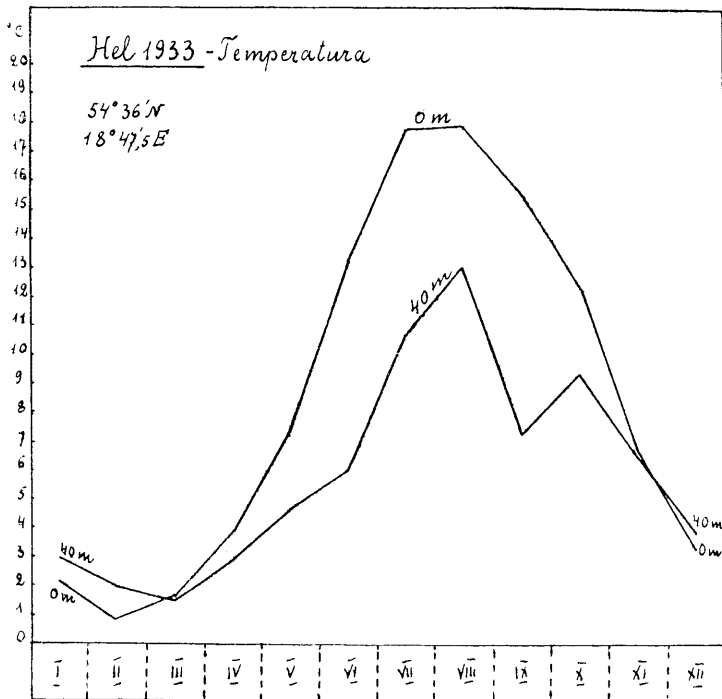
Miesięczne maksimum widzimy w sierpniu i wynosi ono $18,0^{\circ}$, nieznacznie (zaledwie o $0,2^{\circ}$) przewyższając średnią lipca. Amplituda między najcieplejszym i najzimniejszym miesiącem wynosi dla 0 m — $17,2^{\circ}$; dla 10 m — $16,9^{\circ}$; dla 20 m — $15,5^{\circ}$; dla 30 m — $12,7^{\circ}$; dla 40 m — $11,5^{\circ}$.

Przebieg krzywej miesięcznej dla wód powierzchniowych normalny, jednowierzchołkowy, z minimum w lutym i maksimum

1) Z pomiarów termicznych Bałtyku, cz. IV., l. c., p. 161.

w sierpniu, przy dość powolnem spadaniu we wrześniu i październiku, co dowodzi ciepłego późnego lata i wczesnej jesieni. (Wykres 2).

Przebieg krzywej dla głębokości 40 m jest anormalny. Maksimum $13,0^{\circ}$ mamy w sierpniu, a więc w miesiącu, który jest najcieplejszy dla warstwy powierzchniowej, co znów dowodzi częstości wpływów oceanicznych w tym miesiącu i częstych prą-



Wykres 2.

Średnie miesięczne temperatury na powierzchni i w 40 m głębokości przy Helu w r. 1933.

dów naprowadzających ciepłe powierzchniowe wody od zachodu, podnoszących temperaturę warstw głębszych przy Helu (obserwacje 5.VIII; 12.VIII; 21.VIII; 26.VIII). Zato wrzesień, przeciwnie, wykazuje w stosunku do sierpnia gwałtowną zniżkę

temperatury, której średnia miesięczna wynosi $7,3^{\circ}$. Zniżka ta jest spowodowana wiatrami wschodnimi, podprowadzającymi spodem zimne głębokie wody na nasz punkt obserwacyjny, jak to miało miejsce 5.IX; 11.IX; 20.IX; 25.IX; 30.IX. W październiku krzywa okazuje ponowną zwyżkę, dając średnią miesięczną $9,3^{\circ}$.

Naogół przebieg krzywych, zwłaszcza tej, która ilustruje termikę w 40 m głębokości, w zupełności przypomina stosunki z roku 1930, opisane w naszym trzecim sprawozdaniu termicznym (Kosmos t. 57, Lwów, 1933, str. 97—99).

Proste uwarstwienie termiczne mamy od kwietnia do listopada; odwrotne—w styczniu, lutym i grudniu. Przejście wiosenne—w marcu; jesienne—w listopadzie. Okres lata o prostym uwarstwieniu termicznym i temperaturach powierzchniowych powyżej 8° trwa od czerwca do października; zima—grudzień, styczeń, luty; wiosna—marzec, kwiecień, maj; jesień—listopad.

Przebieg krzywych, ilustrujących graficznie wszystkie pomiary, zarówno na powierzchni jak i w 40 m głębokości, mamy podany na załączonym w końcu pracy wykresie 4. Ilustruje on w szczególności raptowne skoki termiczne w okresie letnich miesięcy w głębokości 40 m, nasutek ścierania się i kolejności wpływów kontynentalnych i oceanicznych.

Stacja Morska w Helu.

Résumé

K. DEMEL.

TEMPÉRATURE DES EAUX CÔTIÈRES POLONAISES DE LA BALTIQUE EN 1932—33.

Ce travail donne les résultats des observations thermiques des eaux côtières polonaises de la Baltique, faites en 1932—1933 dans un point déterminé ($54^{\circ}36'N$, $18^{\circ}47',5 E$), tout près de Hel. Les dites observations font suite à celles commencées en 1926 dans le même point et dont les résultats ont été publiés précédemment.

Station Maritime de Hel.

Styczeń 1932 Janvier

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
8	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5
12	2.0	2.0	2.2	2.3	2.5
15	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5
21	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5
25	2.0	2.1	2.3	3.6	3.7
Średnia miesięczna Moyenne du mois	2.2	2.2	2.3	2.7	2.7

Luty 1932 Février

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8
8	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1
10	1.7	1.8	2.0	2.0	2.2
15	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4
22	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
25	1.0	0.9	1.1	1.3	1.4
Średnia miesięczna Moyenne du mois	1.5	1.5	1.7	1.8	1.9

Marzec 1932 Mars

Data—Date	0 m	10 m	20	30 m	40 m
1	0.9	0.8	0.8	0.9	1.2
5	0.2	0.3	0.9	2.7	3.0
10	0.4	0.4	0.5	0.6	0.9
16	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
21	0.8	0.6	0.6	0.7	0.8
25	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8
30	0.9	0.9	0.8	1.1	1.6
Średnia miesięczna Moyenne du mois	0.6	0.6	0.7	1.1	1.3

Kwiecień 1932 Avril

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	1.6	1.5	1.5	1.1	1.0
11	2.7	2.6	2.4	2.3	2.0
15	3.6	3.5	3.0	2.7	2.5
20	4.3	3.8	2.1	2.1	2.1
26	3.5	3.4	3.3	3.3	3.2
30	5.5	4.3	4.0	3.8	3.4
Średnia miesięczna Moyenne du mois	3.5	3.2	2.7	2.6	2.4

Maj 1932 Mai

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	8.6	4.1	2.9	2.7	2.6
10	4.5	4.5	4.1	3.9	3.8
17	8.6	6.4	4.2	2.9	2.6
20	8.8	5.9	3.3	2.8	2.3
25	11.7	6.6	4.8	3.4	3.0
30	10.1	9.6	6.5	3.8	3.3
Średnia miesięczna Moyenne du mois	8.7	6.2	4.3	3.3	2.9

Czerwiec 1932 Juin

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	11.6	9.6	8.8	6.0	5.6
10	10.9	10.5	9.3	8.3	8.0
15	12.4	11.7	7.2	5.0	3.3
20	13.0	11.4	7.7	6.8	5.7
25	12.8	12.2	9.2	4.6	3.6
30	16.2	13.1	6.2	4.2	3.6
Średnia miesięczna Moyenne du mois	12.8	11.4	8.1	5.8	5.0

Lipiec 1932 Juillet

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	15.2	13.8	9.9	7.6	7.0
11	18.3	18.1	16.4	8.6	4.4
15	22.9	7.7	2.8	2.6	2.5
21	17.1	17.0	16.8	16.2	15.9
25	19.1	17.3	13.2	8.3	7.3
30	19.5	17.2	12.6	9.4	4.0
Średnia miesięczna Moyenne du mois	18.7	25.2	12.0	8.8	6.9

Sierpień 1932 Aout

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	18.6	18.4	17.7	10.4	4.7
10	18.5	28.4	18.4	18.3	18.3
16	20.9	18.6	17.5	4.7	3.6
20	19.2	19.1	18.9	18.6	16.6
25	19.4	19.0	17.2	13.0	5.0
30	19.3	19.2	19.2	19.0	8.2
Średnia miesięczna Moyenne du mois	19.3	18.8	18.2	14.0	9.4

Wrzesień 1932 Septembre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	17,8	17,8	17,6	17,5	17,5
9	18,2	18,2	17,7	10,2	6,2
15	17,2	17,2	17,1	16,9	16,9
21	16,9	16,8	16,8	16,5	16,5
25	15,6	14,9	14,5	14,2	13,4
30	15,4	15,3	15,3	15,3	15,2
Średnia miesięczna Moyenne du mois	16,9	16,7	16,5	15,1	14,3

Październik 1932 Octobre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	13,7	13,7	13,6	13,6	13,6
10	12,1	11,9	4,3	3,1	3,1
15	12,6	12,0	7,0	5,4	4,6
21	11,9	11,3	11,3	11,3	11,3
25	10,7	10,7	10,7	10,6	8,0
29	10,6	10,1	9,9	9,8	8,0
Średnia miesięczna Moyenne du mois	11,9	11,6	9,5	9,0	8,1

Listopad 1932 Novembre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	9,7	9,8	9,7	9,7	9,7
10	9,4	8,2	5,0	4,2	3,9
15	8,5	8,5	8,3	5,0	3,8
21	6,5	6,6	6,5	4,6	4,0
26	5,6	5,3	5,2	5,2	4,9
30	5,4	5,4	5,4	4,7	4,6
Średnia miesięczna Moyenne du mois	7,5	7,3	6,7	5,6	5,2

Grudzień 1932 Décembre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	5,4	5,4	5,5	5,5	5,6
10	5,3	5,3	5,4	5,4	5,5
16	4,0	4,1	4,3	4,6	4,8
20	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6
24	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6
20	3,2	3,3	5,6	3,7	3,9
Średnia miesięczna Moyenne du mois	4,5	4,5	4,6	4,7	4,8

Styczeń 1933 Janvier

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
10	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4
14	2.9	2.9	3.0	3.4	3.8
20	2.4	2.5	2.5	2.7	2.8
25	1.7	1.9	2.6	3.1	3.5
31	0.9	1.0	1.2	1.6	1.7
Średnia miesięczna Moyenne du mois	2.2	2.3	2.5	2.8	3.0

Luty 1933 Février

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	1.0	1.2	1.4	1.4	1.5
16	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6
20	0.9	0.9	1.3	1.3	1.4
25	0.7	0.7	1.0	1.5	1.8
28	0.1	0.1	1.1	2.2	3.6
Średnia miesięczna Moyenne du mois	0.8	0.8	1.2	1.6	2.0

Marzec 1933 Mars

Data—Date	0 m	10 m	20 m	20 m	40 m
6	0.4	0.6	0.9	0.9	1.1
10	0.6	0.7	0.7	1.0	1.1
17	2.2	2.1	2.0	1.5	1.4
20	2.4	2.1	1.9	1.7	1.5
25	2.2	1.9	1.7	1.7	1.6
30	2.1	2.5	2.4	2.3	2.0
Średnia miesięczna Moyenne du mois	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5

kwiecień 1933 Avril

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	3.3	3.1	3.0	2.8	2.3
11	3.3	3.2	3.1	2.9	2.4
15	4.1	3.8	3.4	3.2	3.0
20	4.1	3.9	3.6	3.3	3.0
25	4.2	4.0	3.7	3.6	3.5
29	4.6	4.3	4.2	3.9	3.6
Średnia miesięczna Moyenne du mois	3.9	3.7	3.5	3.3	3.0

Maj 1933 Mai

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	6.2	5.0	4.3	2.9	2.6
10	6.6	6.1	5.4	5.0	4.0
15	6.8	6.6	6.0	5.8	5.4
20	7.5	6.0	5.6	5.4	5.0
27	7.6	7.0	6.3	6.0	5.6
30	10.2	8.1	6.5	6.0	5.8
Średnia miesięczna Moyenne du mois	7.5	6.5	5.7	5.2	4.7

Czerwiec 1933 Juin

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
6	11.2	8.2	6.1	5.9	5.9
10	12.6	10.6	6.0	5.8	5.4
16	14.5	5.6	5.1	4.1	3.4
20	12.5	6.1	5.9	5.4	5.1
25	14.6	12.1	7.2	5.9	4.9
30	14.5	12.5	11.9	11.7	11.6
Średnia miesięczna Moyenne du mois	13.3	9.2	7.0	6.5	6.1

Lipiec 1933 Juillet

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	14.9	14.4	14.3	13.4	12.9
10	18.0	17.1	8.1	4.3	3.0
15	17.1	16.2	14.8	12.6	8.4
20	19.2	18.3	14.1	12.2	8.1
25	18.9	17.9	16.6	15.9	15.4
31	18.4	17.5	17.2	17.0	16.4
Średnia miesięczna Moyenne du mois	17.8	17.0	14.2	12.6	10.7

Sierpień 1933 Août

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	18.5	18.3	18.2	17.7	17.5
12	18.4	18.0	17.7	17.6	17.1
16	18.6	18.0	14.0	7.5	4.0
21	17.9	17.9	17.7	17.4	17.3
26	16.9	16.7	16.3	16.3	16.3
30	17.8	17.5	16.1	8.7	5.5
Średnia miesięczna Moyenne du mois	18.0	17.7	16.7	14.2	13.0

Wrzesień 1933 Septembre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	16.7	16.7	16.7	16.4	8.2
11	16.2	16.0	15.8	13.1	5.4
16	15.6	15.5	15.4	15.4	15.2
20	14.6	14.5	13.2	12.6	8.1
25	15.2	15.2	14.0	9.1	3.5
30	15.4	11.2	7.1	6.2	3.2
Średnia miesięczna Moyenne du mois	15.6	14.8	13.7	12.1	7.3

Październik 1933 Octobre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	13.9	13.7	13.7	13.4	13.0
10	13.0	13.0	12.9	12.0	9.0
16	12.7	12.6	12.6	12.5	12.4
20	12.0	11.9	11.1	8.6	3.6
25	10.0	9.8	9.6	9.1	8.3
Średnia miesięczna Moyenne du mois	12.3	12.2	12.0	11.1	9.3

Listopad 1933 Novembre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
7	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9
10	7.3	7.1	7.1	7.8	8.0
15	7.2	7.2	7.2	7.2	8.0
20	6.9	6.9	6.9	6.0	5.5
27	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1
30	5.7	5.7	5.7	5.3	5.0
Średnia miesięczna Moyenne du mois	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6

Grudzień 1933 Décembre

Data—Date	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
5	4.6	4.6	4.6	3.9	3.5
11	3.3	3.7	4.0	4.6	4.7
15	3.2	3.4	3.7	4.4	4.0
20	2.5	2.8	3.1	3.4	3.5
23	2.4	2.6	2.8	3.1	3.3
Średnia miesięczna Moyenne du mois	3.3	3.4	3.6	3.9	3.8

MARJAN STANGENBERG

O LETNIEM UWARSTWOWIENIU TERMICZNEM I TLENOWEM JEZIOR AUGUSTOWSKICH

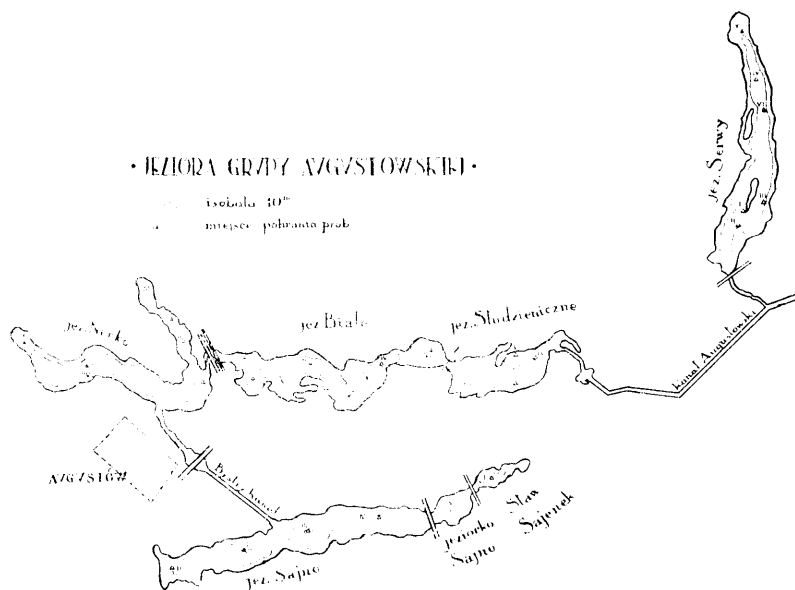
W celu określenia stopnia zeutrofizowania jezior grupy augustowskiej zebrałem w okresie 4—25 sierpnia r. 1932 materiały, dotyczące stosunków termicznych i tlenowych następujących 8 jezior: Staw Sajenek (powierzchnia 35.64 ha, największa głębokość 12 m), Jeziorko Sajno (pow. 67.07 ha, n. gł. 27 m), Sajno (pow. 525.63 ha, n. gł. 27 m), Rospuda i Necko (łączna pow. 518.5 ha, n. gł. 25 m), Białe (pow. 485.0 ha, n. gł. 31 m), Studzieniczne (pow. 250.14 ha, n. gł. 31 m), Serwy (pow. 455.85 ha, n. gł. 41.5 m).

Badania przeprowadzałem w każdym jeziorze przynajmniej w pięciu punktach. Stanowiska obierane były: jedno w miejscu największej głębokości, cztery inne na izobacie 10 m, możliwie na przeciwległych krańcach jeziora. W ten sposób prócz profili pionowych uzyskałem dla każdego jeziora pewną ilość przekrojów, ilustrujących termikę i stosunki tlenowe w kierunku poziomym.

Materiał cyfrowy uzyskany w krótkim czasie w każdym jeziorze pozwolił mi wejrzeć w stosunki, panujące równocześnie na tym samym poziomie miejsc płytszych i miejsc największej głębokości; chodziło mianowicie o sprawdzenie, czy w różnych punktach danego poziomu w jeziorze temperatura i nasycenie tlenem są te same, czy też zachodzą mniejsze lub większe odchylenia. Odchylenia takie, jeśli istnieją, mogą pozostawać

w związku nawet z krótkotrwałymi zmianami przebiegu pogody w okresie przeprowadzania badań; pozatem większe lub mniejsze wystawienie tafli jeziornej na działanie wiatrów może również oddziaływać na zmianę amplitudy takich odchyżeń.

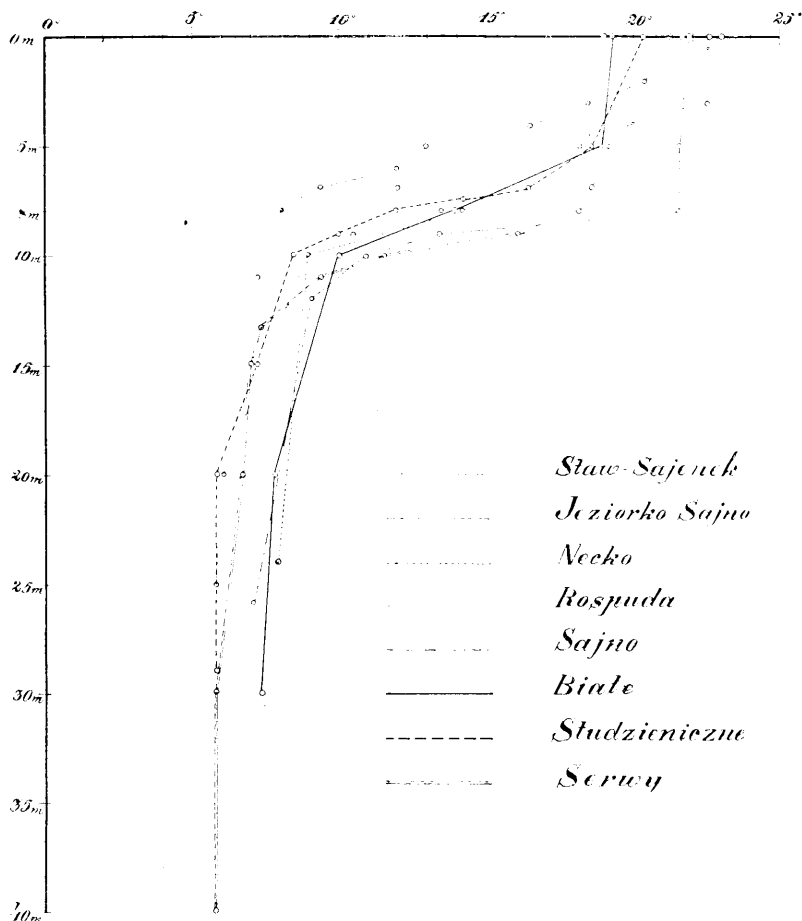
Dla charakterystyki warunków meteorologicznych w okresie badań zaznaczam, że do dnia 3.VIII panowała przez kilkanaście dni pogoda słoneczna, od 3 do 9.VIII trwały ulewne deszcze i silne wiatry, a od 9 do 31.VIII było znów spokojnie i słonecznie



Badane przeze mnie jeziora leżą przeważnie w otoczeniu dużych lasów. Jedyne jeziora Necko i Sajno są od zachodu odsłonięte, przylegając do niezalesionych bagien, ciągnących się przez kilkanaście kilometrów; z tej też strony są one wystawione na bardzo silne działanie wiatrów, co u rybaków zjednało im miano burzliwych. Pozostałe jeziora są osłonięte i znacznie spokojniejsze. Jezioro Serwy posiada pozatem dwie wyspy, przeszkadzające do pewnego stopnia wzburzeniu wody przez wiatry.

Wzajemne położenie jezior ilustruje załączona mapka, na której wskazane są miejsca badań. Przy pomiarach termicznych posługiwałem się batytermometrem odwracalnym RICHTERA, opuszczanym, jak i inne przyrządy, na lince stalowej. Próby wody do oznaczeń tlenu pobierałem czerpaczem mosiężnym RUTTNERA do flaszek o pojemności 100 cm³; analizy dokonywałem przy pomocy ogólnie przyjętej metody WINKLERA.

Przy wyborze punktów badań używałem map batymetrycznych, wykonanych z lodu w zimie r. 1931/32 przez Drużynę Taksacyjną Administracji Lasów Państwowych.

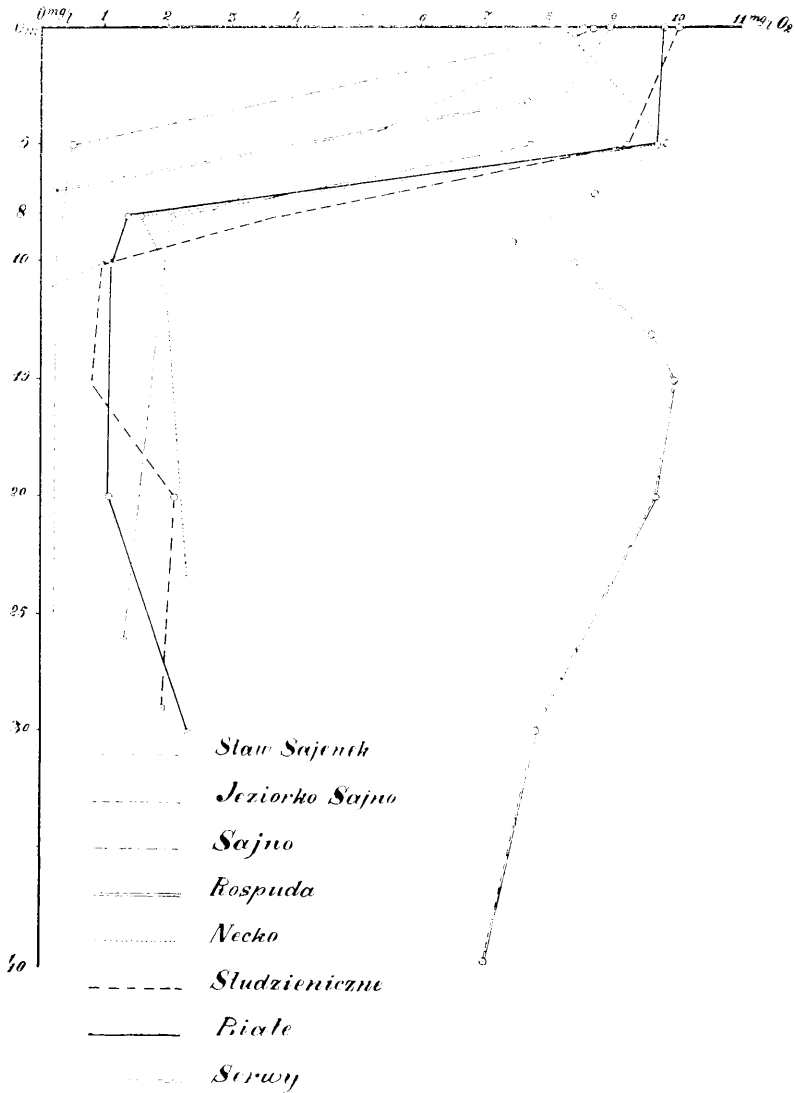


Wykres 1.

Profile termiczne.—Thermische Schichtung.

Stosunki termiczne i tlenowe
w kierunku pionowym.

Uwarstwowanie termiczne i tlenowe w miejscach największej głębokości (p. tab. 1) przedstawione jest graficznie na wykresach 1 i 2.



Wykres 2.

Zawartość tlenu w mg/l.—Sauerstoffgehalt in mg/l.

Szczególne uwarstwienie termiczne wykazuje jezioro Staw Sajenek, gdzie poczynając od głębokości 2 m opada temperatura na każdym metrze aż do dna conajmniej o 1°C.

Termoklina, jak wynika z wykresu 1 przypada we wszystkich jeziorach na warstwę 5-12 m. W jeziorach Serwy i Sajno zaczyna się ona na głębokości 8 m, sięgając do poziomu 12 m w głąb.

Temperatura przydenna wynosiła w poszczególnych jeziorach:

	Data	Głęb. m	°C
Rospuda	4.VIII	7	12.1
Necko	8. „	24	8.0
Białe	10. „	30	7.7
Staw Sajenek	25. „	11	7.4
Sajno	24. „	26	7.3
Jeziorko Sajno	25. „	25	6.3
Studzieniczne	12. „	30	6.1
Serwy	16. „	40	6.1

Profile tlenowe przedstawione na wykresie 2 wskazują, że duże ilości tlenu spotykane w górnym siedmiometrowym słupie wody, nagle zmniejszają się poniżej 7—8 m; wyjątek stanowi jez. Serwy.

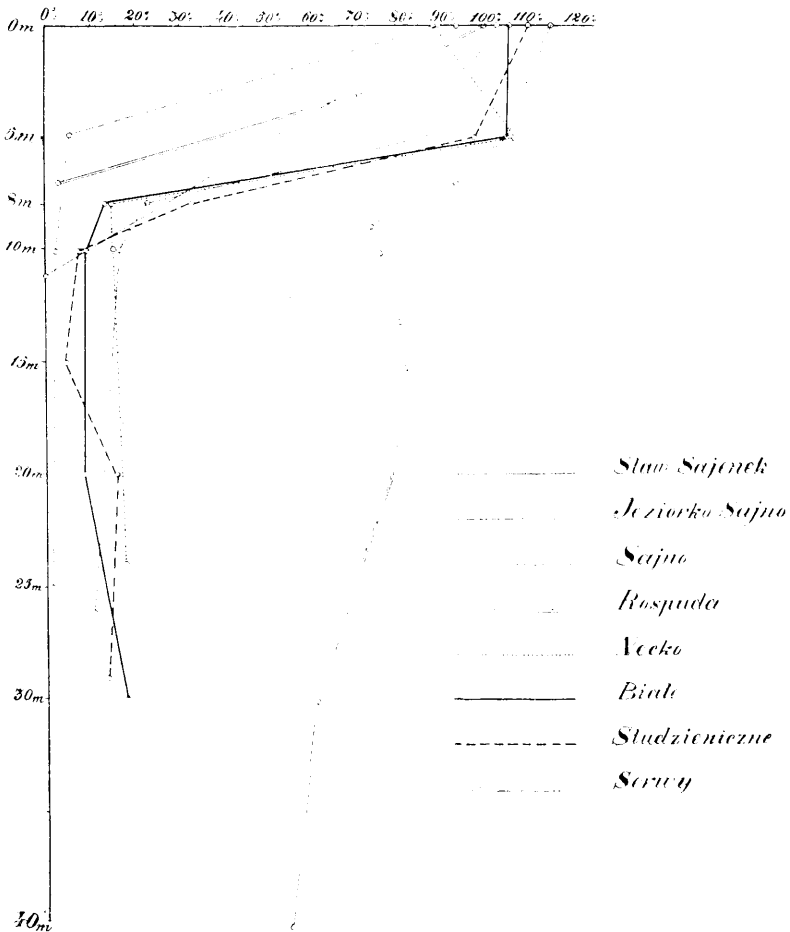
Spadek zawartości tlenu niewszędzie jest jednak równomierny; często zawartość jego kolejno w głębszych warstwach to rośnie, to maleje (Serwy st. I, Studzieniczne st. II, Białe st. III). Podobne zjawiska spotkał ALSTERBERG (1927), który tłumaczy je złożonym ruchem mas wody, pędzonych przez wiatr, wraz z absorbcyjnym działaniem mułu na stokach misy jeziornej.

Ze względu na stopień natlenienia przydennych warstw wody (porównaj wykres Nr. 3) należy jezioro Serwy przeciwstawić wszystkim innym badanym zbiornikom, które naogół wykazują zbliżony do siebie niski procent nasycenia tlenowego. Z tego punktu widzenia możnaby jezioro Serwy zakwalifikować jako jezioro typu oligotroficznego, pozostałe siedem—jako eutroficzne.

Na zasadzie jakościowego składu planktonu zaliczył LITYŃSKI (25)¹⁾ jeziora: Białe Augustowskie, Necko, Rospudę i Stu-

1) W tejże pracy podaje Lityński, że w jeziorze Sajno znalazł w okresie minimum tlenowego (październik) 1.8 cm O₂/L, czyli 220/0 nasycenia.

dziennicze do typu II, o Serwach zaś wyraził przypuszczenie, że zapewne należą one do typu I.



Wykres 3.

Procentowa zawartość tlenu.—Sauerstoffgehalt in % der Sättigung.

Zróznicowanie stosunków tlenowych i termicznych w kierunku poziomym.

Ilości tlenu, jakie znajdowałem na tej samej głębokości na poszczególnych stanowiskach tego samego jeziora, różnią się między sobą. Dla przykładu przytaczam dane uzyskane dla jeziora Serwy i Sajno.

Jezioro S e r w y. O₂ mg/l; 16. 17 i 18 sierpnia 1932.

Stanowisko:	I	II	III	IV	V	VI
nad głębokością m:	41	10	10	32	10	20
Data pomiarów:	16.VIII	17.VIII	17.VIII	17.VIII	18.VIII	18.VIII
Głęb.: 0 m	9.8	9.8	10.0	10.3	10.0	10.0
5	9.8	10.3	9.2	10.3	10.0	9.6
7	8.7	—	9.3	—	—	—
9	7.4	6.7	7.0	—	7.6	—
10	9.6	—	—	8.1	—	7.0

Jezioro S a j n o. O₂ mg/l; 24 sierpnia 1932 r.

Stanowisko:	I	II	III	IV
nad głębokością m:	25	10	27	21
Głęb.: 0 m	8.94	8.9	8.9	8.9
5	4.8	5.0	7.6	7.0
8	1.6	—	2.0	2.6
10	3.0	—	1.9	1.2
25	1.6	—	1.4	—

Jeśli, chodzi o stosunki termiczne, to, jak wynika z poniższych zestawień, temperatura wody w jeziorach: Białe, Studzińskie i Serwy również niewszędzie wykazuje wyrównanie w kierunku poziomym.

Jezioro B i a ł e. t°C; 10. 11 sierpnia 1932 r.

Stanowisko:	I	II	III	IV	V	VI
nad głębokością m:	19	21	30	11	10	15
Data pomiarów:	10.VIII	11.VIII	11.VIII	11.VIII	11.VIII	11.VIII
Głęb.: 0 m	18.8	18.7	19.2	21.0	19.4	19.8
5	18.7	18.6	19.0	19.1	19.1	19.2
8 ¹⁾	12.2	12.4	14.0	11.1	15.2	14.1
10	10.0	10.3	10.2	10.4	—	9.4
20	—	8.0	7.9	—	—	—

1) Warstwa o najwyraźniejszym poziomie zróżnicowaniu termicznym.

Jezioro Studzieniczne w m. Serwy, t°C: 12 sierpnia 1932 r.

Stanowisko nad głębokością m:	I	II	III	IV	V
Głęb.: 0 m	20.0	20.0	20.7	21.0	21.7
5	18.6	18.8	18.6	18.9	18.9
7 ¹⁾	13.8	16.4	—	14.3	15.1
8	11.3	12.0	—	11.5	12.1
9	—	10.2	11.2	9.3	9.7
10	9.0	8.6	—	—	—

Jezioro Serwy, t°C: 16, 17 i 18 sierpnia 1932 r.

Stanowisko nad głębokością m:	I	II	III	IV	V	VI
Data pomiarów:	16.VIII	17.VIII	17.VIII	17.VIII	18.VIII	18.VIII
Głęb.: 0 m	23.0	21.7	22.4	22.4	20.5	20.5
5	19.2	19.6	19.0	19.4	19.6	19.5
7	18.5	18.9	18.7	—	19.0	19.0
9	16.3	15.4	15.5	16.8	16.9	15.1
10 ¹⁾	11.6	—	—	13.3	—	10.2
20	6.9	—	—	7.2	—	7.0
30	6.1	—	—	7.2	—	—

Stosunki termiczne w jeziorze wykazują, jak widzimy, na tych samych poziomach w warstwach powierzchniowych pewne wyrównanie temperatury. Wyrównanie takie dochodzące w jeziorach Białem i Studzienicznym do głębokości 5 m, na jeziorze Serwy sięgało o 2 m głębiej. Głębszy zasięg poziomo wyrównanych temperatur zbiega się na Serwach ze znacznieszą głębokością tego jeziora, większą przezroczystością²⁾ jego wody i odrębnym typem, za jaki zbiornik ten w porównaniu z innymi wypadło uznać.

Poniżej 5 m pod powierzchnią dawało się zauważyć poziome

1) Warstwa o najwyraźniejszym poziomie zróżnicowaniu termicznym.

2) P. dr. J. B o w k i e w i c z stwierdził granicę widzenia dla Serw przy pomocy krążka Secchiego o średnicy 20 cm na głębokości 6 m (17.VIII 32 r.) gdy dla Necka wielkość ta wyniosła 3 m (13.VIII 32 r.).

zróznicowanie termiczne. W jeziorze Białem znajdowało się ono na głębokości 8 m, w Studzienicznym na głębokości 7 m, a zatem w warstwie skoku termicznego. Różnice pomiędzy poszczególnymi stanowiskami dochodziły do 4°C.

W obrębie hypolimnionu napotkano znów warstwy o temperaturach wyrównanych w kierunku poziomym.

Z powyższej próby porównania stosunków termicznych na poziomych przekrojach wynika, że dwie grube warstwy wody o temperaturach poziomo wyrównanych przedzielała (przynajmniej w jeziorach Białem i Studzienicznym) warstwa o zróznicowaniu termicznym dochodzącem do 4°C.

Niema jednak narazie podstaw do twierdzenia, że odchylenia takie stale przypadają na warstwy skoku termicznego.

Zakład Ichtibiologii i Rybactwa S. G. G. W. w Warszawie.

SPIS LITERATURY CYTOWANEJ.

- Alsterberg G., 1927. Die Sauerstoffschiichtung der Seen. Botan. Notiser. 1927. Lund.—Alsterberg G., 1928. Neue Beiträge zur Sauerstoffschiichtung der Seen. Gleerupska Univ.-Bokhandeln.—Lityński A., 1926. Studja limnologiczne na Wigrach. Arch. Hydrob. i Ryb. T. I. Suwałki.—Lityński A., 1925. Próba klasyfikacji biologicznej jezior Suwalszczyzny na zasadzie składu zooplanktonu. Sprawozd. Stacji Hydrob. na Wigrach T. I. Suwałki.—Thienemann A., 1928. Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnengewässer. Bd. IV. Stuttgart.

Zusammenfassung

MARJAN STANGENBERG

ÜBER DIE SOMMERLICHE TEMPERATUR-UND SAUERSTOFFSCHICHTUNG DER SEEN IN DER UMGEGEND VON AUGUSTÓW.

Auf Grund von Untersuchungen des Sauerstoffgehaltes und der entsprechenden Temperaturverhältnisse, die der Verfasser während der Sommerperiode 1932 an acht Seen in der Umgegend von Augustów ausgeführt hat, berichtet er über interessante Differenzierung der Sauerstoff- und Temperaturverhältnisse in horizontaler Richtung; die grösste Abweichung der Temperaturen (mit einer bis zu 4°C reichenden Differenz) fand sich in zwei Seen im Bereiche der thermischen Sprungschicht.

Temperaturschichtung (Diagr. 1), absoluter und relativer Sauerstoffgehalt (Diagr. 2 u. 3) sind aus den beigefügten Figuren ersichtlich.

Die untersuchten Seen dürfen mit einer Ausnahme wegen des geringen Sauerstoffgehaltes im Hypolimnion dem eutrophen Typus zugezählt werden; lediglich der Serwy-See, welcher in der oberhalb des Bodens gelegenen Wasserschicht (in der Tiefe von 40 m) noch etwa 6.9 mg/l O₂ enthält, sollte nach den THIENEMANN'S Sauerstoffkriterien den oligotrophen Typus repräsentieren (vergl. Tab. 1).

K. DEMEL i S. DŁUSKI

**SPRAWOZDANIE Z PODRÓŻY ODBYTEJ
NA STATKU SZKOLNYM „DAR POMORZA” NA
POŁUDNIOWĄ CZĘŚĆ ŁAWICY ŚRODKOWEJ
BAŁTYKU.¹⁾**

Cz. I. Badania faunistyczne.²⁾

Południowa część Ławicy Środkowej (t. zw. „Süd-Mittel-Bank” morskich map niemieckich), położona średnio w połowie odległości między polskim a szwedzkim brzegiem Bałtyku, jednocześnie na przejściu od Bornholmskiego do Gollandzkiego basenu, okazuje się po dziś dzień terenem stosunkowo mało poznany. Nietylko bowiem mamy stamtąd mało danych odnośnie stosunków biologicznych i rybackich, ale również i konfiguracja oraz charakter dna danego rejonu nie są w tym stopniu poznane, co w innych miejscach Bałtyku. Wymownym obrazem tego mniej dokładnego poznania wspomnianego rejonu są chociażby powszechnie używane mapy żeglarskie, na których właśnie rejon ten odznacza się bez porównania rzadszym rozstawieniem cyfrowych danych dotyczących głębokości i charakteru dna w porównaniu z innymi pobliskimi i dalszemi obszarami Bałtyku.

Ta okoliczność spowodowała zainteresowanie się Ławicą Środkową ze strony polskiej, zwłaszcza zaś jej częścią połu-

¹⁾ Praca wydana z zasiłku Morskiego Instytutu Rybackiego.

²⁾ Opracował Kazimierz Demel.

dniową, bliżej nas położoną, a zatem mogącą w przyszłości okazać się terenem odpowiednim dla eksploatacji rybackiej. Przez Stację Morską w Helu i Wydział Morski P. I. M. w Gdyni zorganizowana została na wspomniany rejon kilkodniowa podróż naukowa, która dzięki przychylnemu ustosunkowaniu się Komendanta MACIEJEWICZA i Dyrekcji Szkoły Morskiej odbyła się na statku szkolnym „Dar Pomorza”.

Podróż odbyła się między 1 a 6 czerwca 1933 r., w początkowym okresie letniego ćwiczebnego rejsu „Daru Pomorza” do Skaageraku. Z ramienia Stacji Morskiej brał udział autor I cz. sprawozdania niniejszego, z ramienia Wydziału Morskiego P. I. M. por. PRYSIECKI, którzy po dokonaniu pomiarów i obserwacji odwiezieni zostali „Darem Pomorza” na wyspę Bornholm, skąd powrócili na badawczym statku „Ewa”.

Zadaniem wycieczki było bliższe zaznajomienie się z terenem, ograniczonym równoleżnikami $55^{\circ}27'$ i $55^{\circ}48'$ szerokości geograficznej północnej oraz południkami $16^{\circ}33'$ i $17^{\circ}42'$ długości wschodniej, a w szczególności:

1. Zebranie możliwie licznych danych, dotyczących konfiguracji i charakteru dna.
2. Zebranie danych hydrograficznych (temperatura i zasolenie).
3. Zebranie w miarę możliwości danych biologicznych dennych.

Podział pracy przeprowadzono w ten sposób, że dane odnoszące się do konfiguracji i charakteru dna, stwierdzane sondą THOMSONA, oraz próbki biologiczne chwymane czerpaczem dennym C. G. J. PETERSENA, zbierał autor I cz. niniejszego sprawozdania podczas gdy reprezentant Wydziału Morskiego P. I. M. zbierał próbki wody na zasolenie i badał temperaturę. Ponadto dane dotyczące konfiguracji dna, rejestrowane na taśmie sondą echową, zostały oddane przez Kierownictwo „Daru Pomorza” Wydziałowi Morskiemu P. I. M., który je opracował i dołączył do niniejszego sprawozdania.

W załączonych tablicach zestawione są pomiary i obserwacje, odnoszące się do konfiguracji i charakteru dna, zebrane sondą THOMSONA w 66 nowych punktach, zaznaczonych na mapce kolejną numeracją arabską. Obserwacjom dokonywano mniej lub więcej równomiernie w odstępach przeciętnie dzie-

sięciomilowych, wzdłuż rejsu „Daru Pomorza”, poczynając od połowy drugiego halsu t. j. od tego rejonu południowej części Ławicy Środkowej, gdzie, sądząc z map, zaczynają się rzadziej rozstawione cyfrowe dane batymetryczne. Wyjątkowo w halsie szóstym mierzono głębokości częściej, przeciętnie co 4 mile morskie.

Z charakteru dna, wg. próbek zaznaczonych na tablicach, możemy wnosić, że rozlokowanie żwirów, kamieni i piasków mieści się najwidoczniej w obrębie warstwy 40 m, przy czym piaski przeważają. Żwiry są również częste i zostały przez nas stwierdzone na stacjach 7, 8, 10, 11, 19, 20, 24, 27, 28, 37, 38, 39, 41, 45, 46, 52, 55, 65. Nazewnątrz izobaty 40 m, zwłaszcza ku zachodowi od ławicy, są już muly i ily, wyścielające tutaj wschodni kraniec tej do 85 m głębokiej niecki, która, okalając od północy Bornholm, ku zachodowi przechodzi w zagłębienie Arkony.

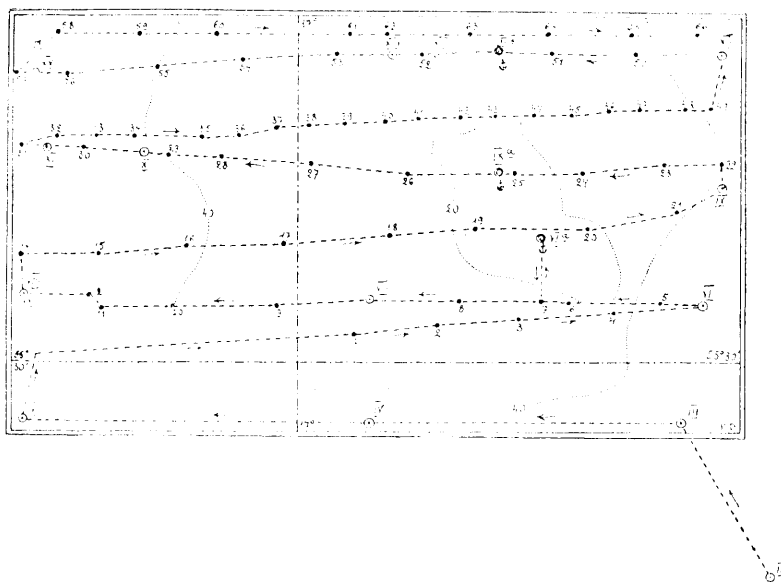
Próbki biologiczne denne pobrano przy pomocy chwytacza dennego C. G. J. PETERSENA na piętnastu stacjach, oznaczonych na mapce naszej numeracją rzymską I do XV¹⁾). Skład ich figuruje na załączonych tablicach. Ogółem stwierdzono następujące gatunki zwierząt: *Pontoporeia affinis*, *Pontoporeia femorata*, *Mesidotea entomon*, *Mysis oculata*, *Michthemysis mixta*, *Macoma baltica*, *Mytilus edulis*, *Polynoë cirrata*, *Terebellides strömi*, *Membranipora pilosa*, *Perigonimus (Halitholus) cirratus*, *Laomedea flexuosa*, wśród których siedem, należy to podkreślić, tworzy relikty arktyczne²⁾). Ponadto na stacjach IV i XIII zanotowano bliżej nieokreślone *Oligochaeta* i *Polychaeta*.

Wśród zdobyczy faunistycznych na szczególną uwagę zasługuje trzykrotne znalezienie na stacjach II, VIII i XI jamochłona kolonialnego, *Perigonimus cirratus* Hartlaub, polipa arktycznej reliktywnej w Bałtyku meduzy *Halitholus cirratus*. Stwierdzony dotąd raz jedyny przez niemiecką ekspedycję na „Posejdonie”, w głębinach zatoki gdańskiej na *Mesidotea entomon*,

1) Stacje: VIa, IXa, XIIa oznaczają miejsca nocnych zakotwiczeń „Daru Pomorza”.

2) *Pontoporeia affinis*, *P. femorata*, *Mesidotea entomon*, *Mysis oculata*, *Michthemysis mixta*, *Terebellides strömi*, *Perigonimus (Halitholus) cirratus*.

polip wspomniany okazuje się dość częstym, sądząc z naszych nielicznych i tylko małym chwytaczem dokonanych połowów biologicznych. Każdorazowo znaleziony był na muszlach małża *Macoma* najprawdopodobniej gatunku *baltica*, na znacznych głębokościach: 82 m—st. II, 64 m—st. VIII, 60 m—XI. Stwierdzenie istnienia tego polipa na stacjach VIII i XI wskazuje, że bytuje on nie tylko w rynnie Słupskiej (nasza stacja II), a więc w rejonie sąsiadującym ze stanowiskiem „Poseidona”, ale i w podchodzącej od zachodu ku Ławicy Środkowej głębokiej niecce Bornholmskiej, odznaczającej się zresztą dużą przymieszką elementów arktycznych.



Tablica. ilustrująca drogę „Daru Pomorza”

po południowej części Ławicy Środkowej Bałtyku. Punkty 1 do 66 oznaczają miejsca sondowań dna przy pomocy sondy Thomsona. Punkty I do XV—miejsca pobrania próbek biologicznych dennych, zebranych przy pomocy chwytacza C. G. J. Petersena.

Carte indiquant l'itinéraire du bateau-école polonais „Dar Pomorza” dans la région méridionale du Banc Central de la Baltique. 1—66 points des sondages du fond à l'aide de sondeur de Thomson. I—XV points des dragages biologiques au moyen de l'appareil de C. G. J. Petersen.

Wykaz pomiarów głębokości i próbek dennych.
(Points des sondages du fond).

N ^o	Szerokość N	Długość E	Głębokość m	Charakter dna
1	55° 31'.8	17° 5'.6	33.9	piasek
2	55° 32'.1	17° 13'.8	34.8	drobny szary piasek
3	55° 32'.5	17° 21'.7	25.1	drobny szary piasek
4	55° 32'.8	17° 30'.5	20.0	drobny piasek
5	55° 33'.7	17° 34'.9	40.2	drobny piasek
6	55° 33'.6	17° 26'.2	20.1	drobny piasek
7	55° 33'.5	17° 23'.5	23.8	żwir
8	55° 33'.5	17° 15'.2	30.2	żwir
9	55° 33'.5	16° 58'.2	32.9	drobny szary piasek
10	55° 33'.4	16° 48'.2	37.5	żwir, piasek szary
11	55° 33'.4	16° 40'.8	44.8	żwir
12	55° 33'.8	16° 39'.5	54.9	muł
13	55° 33'.8	16° 33'.5	64.0	muł
14	55° 36'.0	16° 33'.0	68.6	muł
15	55° 36'.4	16° 40'.5	56.7	muł
16	55° 36'.7	16° 49'.4	43.0	drobny szary piasek
17	55° 37'.0	16° 59'.3	31.1	drobny czerwony piasek
18	55° 37'.4	17° 9'.1	29.6	drobne kamienie
19	55° 37'.7	17° 17'.9	21	gruby żwir
20	55° 38'.0	17° 25'.8	16.5	drobny żwir
21	55° 38'.3	17° 34'.0	28.8	drobny czerwony piasek
22	55° 41'.0	17° 41'.0	56.7	drobny piasek, muł
23	55° 41'.0	17° 35'.6	40.2	drobny szary piasek
24	55° 40'.6	17° 27'.8	25.6	żwir, piasek
25	55° 40'.5	17° 21'.6	20.6	piasek
26	55° 40'.7	17° 10'.8	30.2	drobne kamienie, żwir
27	55° 41'.0	17° 2'.6	36	żwir
28	55° 41'.4	16° 53'.8	34.8	żwir
29	55° 41'.4	16° 47'.3	54	szary piasek, muł
30	55° 41'.8	16° 39'.6	67.7	muł (il)
31	55° 42'.0	16° 33'.0	60	muł (il)
32	55° 42'.5	16° 36'.8	60	muł
33	55° 42'.5	16° 40'.4	58.5	muł
34	55° 42'.5	16° 44'.0	57	muł
35	55° 42'.5	16° 50'.6	41.5	drobny szary piasek, muł
36	55° 42'.5	16° 54'.1	35	gruboziarnisty piasek
37	55° 43'.0	16° 57'.8	37.5	żwir, gruby piasek
38	55° 43'.0	17° 1'.0	37.5	żwir, drobny piasek
39	55° 43'.2	17° 4'.5	38.5	żwir, drobny sz. piasek
40	55° 43'.3	17° 8'.2	37.5	kamienie
41	55° 43'.4	17° 11'.6	29.5	żwir

N ₂	Szerokość N	Długość E	Głębokość m	Charakter dna
42	55° 43'.5	17° 15'.5	27	gruby piasek
43	55° 43'.5	17° 18'.9	23.5	piasek, muszle
44	55° 43'.6	17° 22'.5	20.5	kamienie, piasek
45	55° 43'.5	17° 26'.3	23	żwir, drobny piasek
46	55° 43'.8	17° 30'.0	30.5	żwir, gruby piasek
47	55° 44'.0	17° 33'.1	31.5	drobny piasek
48	55° 44'.0	17° 37'.5	39	drobny piasek
49	55° 44'.0	17° 39'.2	54.9	drobny piasek, kamienie
50	55° 47'.0	17° 30'.8	31.1	gruby piasek
51	55° 47'.0	17° 24'.5	27.4	gruby piasek
52	55° 46'.9	17° 13'.0	32.5	żwir, gruby piasek
53	55° 46'.7	17° 5'.8	43.9	muł
54	55° 46'.5	16° 57'.5	39.3	drobny piasek
55	55° 46'.2	16° 49'.4	47.6	drobny żwir, piasek
56	55° 46'.0	16° 41'.2	57.1	muł
57	55° 45'.8	16° 32'.2	63.1	muł
58	55° 48'.2	16° 36'.6	58.5	muł
59	55° 48'.2	16° 45'.1	51.6	drobny piasek
60	55° 48'.2	16° 53'.3	43.9	drobny szary piasek
61	55° 48'.2	17° 5'.0	47.6	drobny szary piasek
62	55° 48'.2	17° 8'.5	43.9	piasek, kamienie
63	55° 48'.2	17° 18'.0	31.6	szary piasek
64	55° 48'.2	17° 24'.0	37.5	drobny szary piasek
65	55° 48'.2	17° 34'.4	47.1	żwir, drobny piasek
66	55° 48'.2	17° 38'.5	62.2	muł

Właściwa południowa część Ławicy Środkowej w obrębie izobaty 40 m, lub conajwyżej nieco głębiej, o charakterze przeważnie piaszczystym, jest terenem monotonnym co do fauny dennej, cechującym się w szczególności gatunkami: *Macoma baltica* i *Pontoporeia affinis*. Poniżej izobaty 50 m, na stokach idących ku większym głębokościom urozmaicenie życia jest nieco większe, głównie wskutek domieszki gatunków arktycznych.

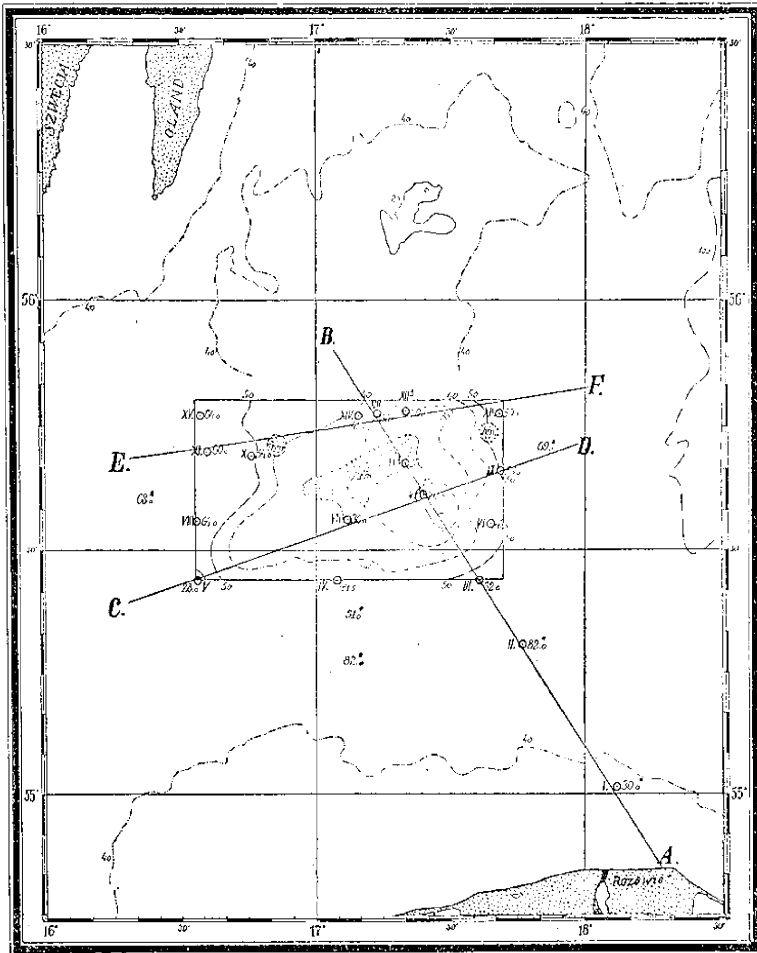
Połowy włókiem rybackim, dokonane w końcowym okresie podróży w pobliżu izobaty 40 m, między 59 a 62 naszymi stacjami nie dały spodziewanych wyników, ponieważ włók zostało o twarde dno całkowicie poszarpany.

Wykaz stacyj biologicznych
(Points des dragages biologiques)

N ^o	Szerokość N	Długość E	Głębokość m	Charakter dna	F a u n a
I	55° 1'	18° 7'	30	piasek	
II	55° 18'.5	17° 46'	82	muł	<i>Macoma baltica</i> , <i>Terebellides strömi</i> , <i>Perigonimus cirratus</i>
III	55° 27'	17° 37'	62	muł	<i>Macoma baltica</i>
IV	55° 27'	17° 7'	44.5	drobny żwir, piasek	<i>Macoma baltica</i> , <i>Pontoporeia affinis</i> , <i>P. femorata</i> <i>Oligochaeta</i>
V	55° 27'	16° 33'.5	28	kamienie, żwir, piasek	
VI	55° 33'.3	17° 39'	47.5	drobny piasek	<i>Macoma baltica</i>
VI ^a	55° 37'	17° 23'.5	20	kamienie, żwir, muszle	<i>Mytilus edulis</i> , <i>Nereis diversicolor</i> , <i>Membranipora</i> , <i>Laomedea flexuosa</i> ; glony
VII	55° 33'.5	17° 7'	30	kamienie, żwir piasek	
VIII	55° 33'.7	16° 33'	64	muł	<i>Macoma</i> , <i>Perigonimus (Halitholus) cirratus</i> , krąg ryby kościstej
IX	55° 39'.5	17° 41'	56	b. drobny piasek, muł	
IX ^a	55° 40'.5	17° 19'.5	20	kamienie	
X	55° 41'.5	16° 45'	54	b. drobny piasek	<i>Macoma baltica</i>
XI	55° 41'.7	16° 35'.5	60	muł	<i>Macoma</i> , <i>Perigonimus (Halitholus) cirratus</i>
XII	55° 47'	17° 41'	50	żwir, piasek	<i>Macoma baltica</i> , <i>Mesidotea entomon</i> , <i>Mysis mixta</i> , <i>M. oculata</i> , <i>Polynoë cirrata</i> , <i>Membranipora</i> ; glony
XII ^a	55° 47'	17° 19'.5			
XIII	55° 47'	17° 13'.5	30	piasek gruby czerwony	<i>Macoma</i> , domki <i>Polychaeta</i>
XIV	55° 46'.7	17° 9'	44	drobny piasek	<i>Pontoporeia affinis</i>
XV	55° 46'	16° 34'	64	muł	

Cz. II. Badania hydrologiczne¹⁾.

Badania hydrologiczne na Ławicy Środkowej w roku 1933 objęły sondowania głębokości, pomiary temperatury na powierzchni morza i na głębokościach co 10 m oraz pobieranie



Nr. 1. Mapa orientacyjna regionu zbadanego w r. 1933.
Carte de la région examinée.

¹⁾ Opracował Stanisław Dłuski.

w tych punktach próbek wody celem oznaczenia jej zasolenia.

Prócz spostrzeżeń, dokonanych na samej Ławicy Środkowej, przeprowadzono również pomiary na przekroju: Rozewie-Ławica (stacje I, II i III mapy orientacyjnej Nr. 1 umieszczonej na poprzedniej stronie).

Warunki meteorologiczne podczas badań na trasie Rozewie-Ławica i na Ławicy były zupełnie zadawalające: ciśnienie atmosferyczne wahało się w granicach 762—770 m. Siła wiatru nie przekraczała 7 m/sek i wynosiła przeważnie 3—4 m/sek, a stan morza (1—2) tylko 3.VI dochodził do 3. Zachmurzenie poniżej 8. Poziom morza według danych łaty wodowskazowej w Rozewiu nie wykazał w tym okresie odchyłań od normalnego stanu.

W okresie bezpośrednio poprzedzającym badania nie zaobserwowano również żadnych zjawisk, które mogłyby wpłynąć ujemnie na wyniki dokonanych pomiarów.

Sondowania głębokości zostały dokonane zapomocą sondy akustycznej (echo-sonda) typu angielskiej admiralicji, firmy Henry Hughes & Son, London, na ośmiu halsach. Wykres kursów przedstawiony jest na rysunku bez numeru, umieszczonym na stronie 51; mniej więcej co 10 mil morskich robiono kontrolne pomiary sondą THOMSONA i jednocześnie pobierano próbki dna; teźże sondy używano ponadto w razie przerw w działaniu sondy akustycznej. Wyniki dokonanych pomiarów przedstawione są w tabeli I.

Opierając się na tych pomiarach w Obserwatorium Morskiem P. I. M. w Gdyni opracowano mapę Ławicy, dołączoną do niniejszego sprawozdania (mapa Nr. 2).

Jak wynika z mapy, południowa część Ławicy Środkowej (Süd Mittel Bank) wznosi się z głębokości około 60 m. Wschodnie stoki ławicy opadają stosunkowo stromo, np. na południowo-wschodnim krańcu ławicy dno opada z 18 do 32 m na odległości mniej więcej 1 km (0.6 mili morskiej), natomiast zachodnia część ławicy ma łagodny spadek, tworząc rodzaj stopnia na głębokości około 30 metrów.

Najmniejsza głębokość znaleziona na Ławicy Środkowej przy pomocy sondy akustycznej wynosi 12.8 metrów w punkcie o następujących współrzędnych: szerokość = 55° 37'.9 N, długość = 17° 24'.8 E.

TAB. I.

Wyniki sondowań dokonanych ze statku Szkolnego s/s „Dar Pomorza” na południowej części Ławicy Środkowej (Süd Mittel Bank) morza Bałtyckiego w dniach 2—5 czerwca 1933 roku.

Sondages effectués par le navire-école „Dar Pomorza” sur la partie méridionale du Banc Central (Süd Mittel Bank) de la mer Baltique.

L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m	L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m
2.VI.33. Wiatr SE/1; Stan morza 1; Barometr 765 mm. Kurs 86.95							
1	55° 30'.6	16° 36'.5	51.6	29	55° 31'.5	16° 58.0	32.0
2	6	37.3	46.6	30	5	58.8	35.2
3	7	38.1	45.7	31	5	59.6	39.9
4	7	38.9	40.7	32	5	17° 00.4	34.3
5	7	39.3	40.7	33	6	1.2	34.8
6	8	39.8	40.2	34	6	1.7	36.1
7	8	40.6	40.2	35	6	2.1	34.8
			40.2*	36	7	2.9	34.8
8	8	41.5	39.0	37	7	3.2	32.0
9	8	42.3	39.0	38	7	3.6	34.8
10	8	43.2	38.4	39	7	4.5	34.8
11	9	43.9	38.4	40	7	4.9	33.9
12	9	44.7	37.0	41	8	5.6	33.9
13	9	45.6	36.6				33.9*
14	31.0	46.3	35.7	42	8	6.4	32.9
15	0	47.1	34.3	43	8	7.2	32.0
16	0	48.0	34.8	44	9	8.0	32.9
17	1	48.8	35.2	45	9	8.9	32.9
18	1	49.6	36.1	46	9	9.8	32.9
			36.5*	47	9	10.6	32.0
19	2	50.2	36.6	48	32'.0	11.3	30.7
20	2	51.2	36.6	49	0	12.1	31.1
21	2	52.1	36.6	50	0	12.9	34.8
22	3	53.0	35.2	51	1	13.8	32.0
23	3	53.9	35.7				34.8*
24	3	54.7	36.6	52	2	14.6	31.1
25	4	55.5	34.8	53	2	15.5	31.1
26	4	56.4	34.8	54	3	16.3	30.7
27	4	56.9	32.9	55	3	17.0	29.3
			34.8*	56	3	18.0	29.3
28	4	57.3	32.9	57	4	18.8	29.3

*) Gwiazdkami oznaczone są głębokości, otrzymane zapomożą sondy Thomsona.

L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m	L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m
58	55° 32'.4	17° 19.4	27.4	72	55° 32'.8	17° 29.4	18.3
59	4	19.7	30.2	73	8	30.3	19.2
60	4	20.4	25.6	74	8	30.5	19.2
61	5	21.2	24.7				20.0*
62	5	21.7	24.7	75	9	31.0	28.8
			25.1*	76	9	31.9	32.9
63	5	22.1	29.3	77	33'.0	32.6	34.8
64	5	22.8	23.3	78	0	33.4	36.6
65	6	23.6	23.8	79	0	34.3	38.4
66	6	24.5	23.8	80	1	35.2	39.3
67	6	25.3	21.9	81	1	36.0	40.2
68	7	26.1	21.9	82	1	36.8	43.4
69	7	27.0	19.7	83	2	37.6	46.2
70	7	27.7	19.2				47.1*
71	8	28.5	18.3	84	2	38.5	47.6
2.VI.33. Wiatr SE/1. Stan morza 1—2 : Barometr 766 mm. Kurs 270°.							
85	55° 33'.7	17° 38'.7	46.6	107	55° 33'.5	17° 23.5	24.7
86	..	37.0	43.9				23.8*
87	..	36.2	42.1	108	..	22.8	24.2
88	..	35.3	39.3	109	..	22.5	21.0
89	..	34.9	39.3	110	..	21.2	24.2
			40.2*	111	..	20.3	21.9
90	..	34.4	37.9	112	..	19.8	26.1
91	..	33.6	36.1	113	..	18.8	28.4
92	..	32.7	33.9	114	..	17.8	25.6
93	..	32.0	31.6	115	..	17.2	23.8
94	..	31.1	18.3	116	..	16.8	26.5
95	..	30.3	19.7	117	..	16.4	23.8
96	55° 33'.6	29.5	19.2	118	..	15.8	27.4
97	..	28.6	21.9	119	..	15.2	29.7
98	..	27.9	22.9				30.2*
99	..	27.0	21.0	120	..	14.8	27.4
100	..	26.2	19.7	121	..	14.0	29.7
			20.1*	122	..	13.0	30.7
101	..	25.5	21.9	123	..	12.1	31.1
102	..	24.7	22.4	124	..	11.7	32.0
103	..	23.8	22.4	125	..	11.0	30.7
104	..	22.9	21.0	126	..	10.4	30.2
105	..	22.1	23.3	127	..	9.6	29.7
106	..	21.3	23.8	128	..	8.7	28.8

L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m	L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m
129	55° 33'.5	17° 08.0	30.7	155	55° 33'.4	16° 46'.7	36.6
130	..	7.0	29.7	156	..	45.8	37.5
			29.7*	157	..	44.9	38.4
131	..	5.5	30.7	158	..	44.1	38.4
132	..	4.8	31.1	159	..	43.2	39.3
133	..	4.1	32.9	160	..	42.5	40.2
134	..	3.2	31.6	161	..	41.6	42.1
135	..	2.3	33.9	162	..	40.8	43.9
136	..	1.5	33.9				44.8*
137	..	0.7	32.9	163	..	39.5	54.9
138	..	16° 59'.7	31.1				54.9*
139	..	58.9	31.6	164	..	38.4	56.7
140	..	58.2	31.1	165	..	37.6	57.1
			32.9*	166	..	36.8	57.6
141	..	57.5	32.0	167	..	36.0	59.4
142	..	56.6	32.9	168	..	35.1	60.8
143	55° 33'.4	55.6	32.5	169	..	34.2	61.3
144	..	54.8	31.6	170	..	33.4	62.2
145	..	54.8	31.1	171	..	32.5	64.0
146	..	53.2	31.1				64.0*
147	..	52.9	33.9		Kurs 0° i 45°.		
148	..	52.4	31.1	172	55° 34'.0	17° 21.3	22.4
149	..	51.6	34.8	173	34.5	21.3	21.5
150	..	50.8	34.8	174	35.0	21.3	21.9
151	..	49.9	35.2	175	35.4	21.8	21.0
152	..	49.1	35.2	176	55° 35.8	22.2	20.6
153	..	48.2	36.6	177	36.2	22.6	20.1
			37.5*	178	36.7	23.2	16.1
154	..	47.5	35.0	179	37.0	23.5	18.3
3.VI.33. Wiatr NNE/3. Stan morza 2—3. Barometr 770 mm. Kurs 87°							
176	55° 36'.0	16° 33'.0	68.6	185	55° 36'.3	16° 40'.5	60.4
			68.6*	186	4	41.3	58.5
177	0	33.8	67.2				56.7*
178	1	34.7	66.7	187	4	42.0	56.7
179	2	35.5	66.7	188	4	42.8	57.1
180	2	36.3	64.9	189	4	43.6	54.9
181	2	37.1	64.9	190	5	44.4	54.5
182	2	38.0	64.0	191	6	47.4	49.4
183	3	38.7	64.0	192	6	48.2	48.0
184	3	39.8	62.6	193	7	49.0	45.7

L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m	L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m
194	55° 36'.7	16° 49'.4	43.9	223	55° 37'.7	17° 17'.9	20.1
			43.0*				21.0
195	37'.0	57.5	30.0*	224	7	18.3	16.4
196	0	59.3	31.1	225	7	18.8	20.1
			31.1*	226	7	19.6	21.9
197	1	17° 00'.1	31.6	227	8	20.4	18.0
198	1	0.9	31.6	228	8	21.2	18.3
199	2	1.7	31.1	229	8	22.0	16.1
200	2	2.6	32.0	230	8	6	15.0
201	2	3.4	31.1	231	9	23.6	17.1
202	2	4.2	31.1	232	9	24.8	12.8
203	2	5.0	30.2	233	38.0	25.8	18.3
204	3	5.8	29.7				16.5*
205	3	6.6	31.1	234	0	26.6	19.2
206	3	7.4	29.7	235	0	27.4	20.1
207	3	8.2	28.4	236	0	28.3	20.1
208	4	9.1	27.9	237	1	29.1	20.1
			29.6*	238	1	9	21.9
209	4	9.8	30.2	239	2	30.7	25.1
210	4	10.1	27.4	240	2	31.5	26.9
211	4	4	29.3	241	2	32.3	28.8
212	4	7	27.4	242	2	33.1	28.8
213	5	11.5	27.4	243	3	34.0	28.8
214	5	12.3	25.6				28.8
215	5	8	21.9	244	3	34.8	30.7
216	5	13.2	24.2	245	3	35.6	32.9
217	5	14.0	25.6	246	3	36.4	35.2
218	6	14.9	24.2	247	4	37.2	37.5
219	6	15.6	20.6	248	4	38.0	38.4
220	6	16.4	24.7	249	4	38.8	38.9
221	6	17.0	20.6	250	4	39.7	45.7
222	6	17.3	23.8	251	4	40.5	47.6

3.VI.33. Wiatr NE/2. Stan morza 2. Barometr 770 mm. Kurs 267°

252	55° 41'.0	17° 41'.0	54.0	257	55° 41'.8	17° 36.5	41.2
			56.7*	258	8	35.6	39.2
253	0	40.0	49.0				40.2*
254	9	39.1	48.0	259	8	34.8	38.4
255	9	38.2	43.4	260	8	34.0	36.1
256	9	37.4	42.5	261	8	33.2	32.9

L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m	L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m
262	55° 41' 8	17° 32' 1	31.1	282	55° 40' 9	17° 6' 0	34.8
263	7	31.2	29.3	283	9	4.3	34.8
264	7	30.3	28.8	284	41.0	2.6	35.7
265	6	29.5	27.9				36.1*
266	6	28.6	30.2	285	1	0.9	34.8
267	6	27.8	27.4	286	1	16° 59' 3	34.8
			25.6*	287	2	56.1	33.9
268	6	26.9	25.6	288	3	54.4	32.9
269	6	26.1	26.1	289	4	53.8	34.8
270	6	24.7	24.7				34.8*
271	6	24.3	23.8	290	4	51.2	38.4
272	5	23.4	22.4	291	5	49.6	43.9
273	5	22.5	20.6	292	6	47.8	45.7
274	5	21.6	20.6	293	6	46.2	49.4
			20.6*	294	6	44.6	57.6
275	40' 4	20.7	21.9	295	7	43.0	60.4
276	4	19.8	23.8	296	8	41.3	60.4
			20.1*	297	8	39.6	65.8
277	5	18.2	23.3				67.7*
278	5	16.6	25.6	298	9	38.0	65.8
279	6	15.0	25.6	299	9	36.5	67.7
280	7	10.8	30.2*	300	0	35.0	66.8
281	8	7.6	35.2				
4.VI.33. Wiatr W/3. Stan morza 3. Barometr 767 mm. Kurs 88°.							
301	55° 42' 4	16° 58' 9	64.9*	316	55° 43' 8	17° 31' 4	31.4*
302	5	42.2	53.5*	317	9	34.5	39.5*
303	6	45.6	57.1*	318	44' 0	39.2	54.9*
304	7	52.0	41.8*	319	47.0	39.0	54.9*
305	8	55.4	34.9*				54.9*
306	9	58.7	37.5*	320	..	37.2	43.9
307	43' 0	17° 02' 0	37.5*	321	..	35.7	42.1
308	1	5.3	38.4*	322	..	34.1	36.6
309	2	8.5	37.5*	323	..	32.4	34.8
310	3	11.7	29.3*	324	..	30.8	31.1
311	4	15.0	27.1*				31.1*
312	5	18.3	23.4*	325	..	29.2	27.9
313	6	21.6	20.4*	326	..	27.6	29.3
314	7	24.8	23.0*	327	..	26.0	28.4
315	7	28.1	30.5*	328	..	24.4	26.9
							27.4*

L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m	L. p. sondowania	Szerokość N latitude	Długość E longitude	Głębokość profondeurs m
329	55° 47'.0	17° 22'.8	27.9	331	55° 47'.0	17° 19'.5	29.3
330	"	21.1	29.7				
4.VI.33. Wiatr NW/2. Stan morza 1—2. Barometr 766 mm. Kurs 270°							
332	55° 47'.0	17° 18'.0	32.9	346	55° 46'.4	16° 54'.2	39.3
333	0	16.2	30.2	347	3	52.6	38.4
334	0	14.6	32.9	348	3	50.8	42.1
335	46.9	13.0	35.2	349	2	49.4	46.6
			32.5*				47.6*
336	9	11.3	39.8	350	2	47.8	47.6
337	8	9.7	37.9	351	1	46.2	49.4
338	8	8.0	40.7	352	1	44.4	50.7
339	7	5.8	43.0	353	0	42.8	54.5
			43.9*	354	0	41.1	56.7
340	7	4.2	43.0				
341	6	2.4	42.5	355	0	38.8	57.1*
342	6	0.8	40.7	356	45.9	37.1	55.3
343	5	16° 59'.1	40.2	357	9	35.4	60.4
344	5	57.5	39.3	358	8	33.9	61.3
			39.3*	359	8	32.2	63.1*
5.VI.33. Wiatr NW/1—2. Stan morza 1. Barometr 764 mm. Kurs 267°05'							
360	55° 48'.2	16° 32'.0	60.8	382	55° 48'.2	17° 08'.2	48.0
361	"	35.5	59.9	383	"	9.8	46.2 43.9*
362	"	35.2	59.0	384	"	11.5	41.2
363	"	36.8	58.1	385	"	13.0	37.7
364	"	33.6	58.1	386	"	14.7	35.7
365	"	40.2	57.6	387	"	16.3	34.8
366	"	41.8	56.3	388	"	18.0	33.9 31.6
367	"	43.4	53.0	389	"	19.6	32.5
368	"	45.1	51.6	390	"	21.2	33.1
369	"	46.7	49.4	391	"	29.9	35.2
370	"	48.4	47.6	392	"	23.5	36.1
371	"	50.1	44.8	393	"	26.2	39.3 37.1*
372	"	51.6	43.9	394	"	28.8	37.0
373	"	53.3	43.9	395	"	29.4	37.0
374	"	55.0	44.9	396	"	31.1	40.2
375	"	56.8	45.7	397	"	33.7	41.9
376	"	58.3	47.6	398	"	34.4	48.5 47.1*
377	"	17° 00'.0	47.6	399	"	36.0	52.1
378	"	1.6	47.6	400	"	37.6	53.0
379	"	3.2	48.5	401	"	39.2	55.7
380	"	4.8	48.5	402	"	40.9	53.4 62.2*
381	"	6.5	48.5	403	"	42.5	—

Porównując wyniki pomiarów s/s „Dar Pomorza” z mapami niemieckiej admiralicji, wykonanymi na podstawie sondowań zprzed blisko 50 lat, widzimy bardzo znaczne różnice w konfiguracji dna i głębokościach: obszar ograniczony izobatą 20 m znacznie się zmniejszył i zmienił swą formę. Izobata 40-metrowa wydłużyła się ku zachodowi kosztem północnej części ławicy, która prawdopodobnie została spłókana przez panujący w tej części morza powierzchniowy, południowo-zachodni prąd, płynący wzdłuż szwedzkiego wybrzeża (na mapie izobaty 20 i 40 map niemieckich oznaczono cienką kreską). Właściwa Ławica tworzy piaszczyste wzniesienie na kamienistym podłożu, występującem na głębokościach około 30 m. Otrzymane z sondowań głębokości na ławicy są naogół większe o 4—5 metrów, niż podane na mapach niemieckich przyczem w wielu miejscach występuje kamieniste podłoże, wykazane na dołączonych mapkach w postaci strefy kropkowanej.

Przeprowadzone pomiary, wykazujące niezgodność rzeczywistości z danymi map morskich, będących w użyciu, umożliwiają ich skorygowanie, przyczyniając się do usprawnienia żeglugi i ułatwienia rybołówstwa w tej części morza Bałtyckiego.

Badania nad temperaturą i zasoleniem wody dokonane były na 15 stacjach, oznaczonych na mapkach rzymskimi cyframi. Stacje I i II, położone poza granicami badanego terenu należą do przekroju Rozewie-Ławica.

Materiał zebrano przy pomocy czerpacza PETERSENA (model Laboratoire Hydrographique w Kopenhadze) z termometrem o podziale 0^o.2 C, którego poprawka w obrębie otrzymanych temperatur równa się 0^o.0. Zasolenie oznaczano metodą KNUDSENA.

Spostrzeżenia termiczne oraz wyniki oznaczeń zasolenia na poszczególnych stacjach zgrupowane są w tablicy II.

Jak wynika z poniższego zestawienia, średnia temperatura na powierzchni wynosi 9.^o34, maximum 10.^o97 (na stacji XV), minimum 7.^o07 (na stacji IX). Temperatura, obniżając się z głębokością, dochodzi do średniej wartości 3.^o23 na głębokości 50 metrów, na tejże głębokości znaleziono absolutne minimum temperatury (2.^o96) na stacji III. W warstwach głębszych stwierdzono pewien wzrost temperatury, np. na stacji II na głębokości 60 m otrzymano 3.^o96.

T A B. II.

Temperatura i zasolenie na stacjach obserwacyjnych na przekroju Rozewie-Ławica Środkowa i na Ławicy Środkowej (Süd Mittel Bank) według pomiarów dokonanych 2—5 czerwca 1933 r.

Tableau II.

Température et salinité aux stations d'observation sur la ligne Rozewie—Süd Mittel Bank et sur le Banc même. Les mesures ont été effectuées 2-5. VI. 33.

Stacja	I		II		III		IV		V	
Data	1.VI.g.21.0		2.VI. g. 2.8		2.VI. g. 5.8		2. VI.		2. VI.	
Ciśnienie	764 mm		764 mm		765 mm		765 mm		765 mm	
Zachmurzenie	3		6		5		5		6	
Kier. i siła wiatru	N 4 m/s		Cisza		Cisza		Cisza		Cisza	
Stan morza	1—2		0—1		0—1		0—1		1	
Głębokość	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀
0	10.2	7.02	9.0	7.02	8.7	6.98	10.2	7.00	10.2	6.85
10	3.5	7.03	6.9	6.98	5.4	6.98	6.4	7.00	5.9	6.89
20	3.5	7.04	4.9	6.98	5.2	7.00	5.6	7.03	5.0	7.00
30	3.3	7.23	4.1	7.03	3.2	6.98	3.5	7.03	4.1	7.00
40	—	—	3.5	7.08	2.6	7.01	—	—	—	—
50	—	—	3.5	7.20	2.6	7.05	—	—	—	—
60	—	—	3.6	9.61	—	—	—	—	—	—

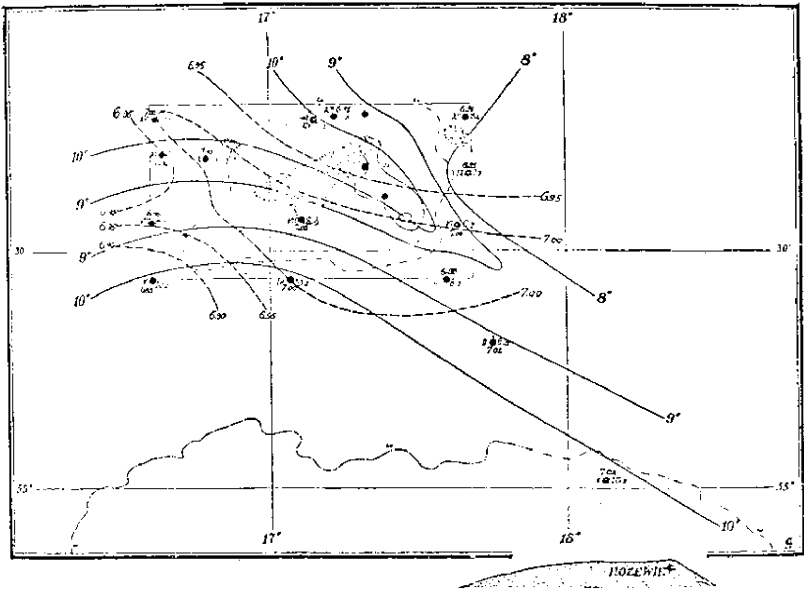
Stacja	VI		VII		VIII		IX		X	
Data	2.VI. g. 18.0		3.VI. g. 11.5		3. VI.		3.VI. g. 22.0		4.VI. g. 9.5	
Ciśnienie	766 mm		769 mm		770 mm		770 mm		789 mm	
Zachmurzenie	4		8		8		6		7	
Kier. i siła wiatru	SE 4 m/s		NNE 7 m/s		NNE 5 m/s		NNE 3 m/s		SW 5 m/s	
Stan morza	2		3		3		2		1—2	
Głębokość	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀	t ⁰	S ⁰ / ₀₀
0	9.7	7.00	8.9	7.02	8.7	6.96	7.7	6.91	9.3	7.00
10	8.7	6.96	8.6	7.02	8.6	6.96	7.0	6.91	9.2	6.91
20	4.8	6.93	4.7	6.96	6.7	7.16	5.1	6.91	5.8	6.91
30	4.7	6.94	—	—	4.5	7.22	4.7	6.87	4.6	6.91
40	3.6	6.94	—	—	3.7	7.43	3.2	6.98	—	—
50	—	—	—	—	3.5	12.48	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Stacja	XI		XII		XIII		XIV		XV	
Data	4.VI. g. 11.2		4.VI. g. 17.00		5.VI. g. 7.00		5.VI. g. 11.00		6.VI. g. 11.1	
Ciśnienie	769 mm		767 mm		765 mm		764 mm		762 mm	
Zachmurzenie	6		5		7		8		8	
Kier. siła wiatru	WNW 7 m/s		WNW 3 m/s		Cisza		N 2 m/s		N 1—2	
Stan morza	3—4		2		0—1		1		1	
Głębokość m.	t°	S ⁰ / ₀₀	t°	S ⁰ / ₀₀	t°	S ⁰ / ₀₀	t°	S ⁰ / ₀₀	t°	S ⁰ / ₀₀
0	8.9	6.94	8.4	6.91	9.9	6.91	10.2	—*)	10.7	7.00
10	8.8	6.96	6.2	6.89	9.8	6.92	7.4	7.09	9.7	6.98
20	5.3	6.94	5.4	6.91	6.1	6.91	6.5	7.11	5.8	7.03
30	5.2	7.12	5.1	6.93	—	—	5.0	—*)	3.9	7.07
40	3.8	7.36	3.4	6.96	—	—	3.7	—*)	3.6	7.11
50	3.3	7.61	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) butelki z próbkami wody w drodze powrotnej podczas burzy stłuczono.

Głębokość m	średnio		e k s t r e m y				średnia temper.			śred. zasolenie			
	t°	S ⁰ / ₀₀	maximum		minimum		Stacje	w warst. 0—20 m	20—40 m	poniżej 40 m.	w warst. 0—20 m	20—40 m	poniżej 40 m.
0	9.34	6.97	10.7	7.02	7.7	6.85	I	5.73	3.30	—	7.03	7.14	—
10	7.48	6.97	9.8	7.09	3.5	6.89	II	6.93	4.17	3.53	6.99	7.03	7.96
20	5.59	6.99	6.7	7.16	3.5	6.91	III	6.43	3.67	2.60	6.99	7.00	7.03
30	4.40	7.03	5.2	7.23	3.2	6.91	IV	7.40	4.55	—	7.01	7.03	—
40	3.67	7.09	3.8	7.43	2.6	6.94	V	7.03	4.55	—	6.91	7.00	—
50	3.23	7.29	3.5*	7.61	2.6	7.05	VI	7.73	4.30	—	6.96	6.94	—
60	3.60	9.61	3.6	—	3.6	9.61	VII	7.40	—	—	6.99	—	—
							VIII	8.00	4.97	3.60	7.03	7.27	—
							IX	6.60	4.33	—	6.91	6.92	—
							X	9.27	6.53	—	6.94	6.91	—
							XI	7.67	4.77	3.55	6.95	7.14	7.36
							XII	6.67	4.63	—	6.90	6.90	—
							XIII	8.60	—	—	6.91	—	—
							XIV	8.33	5.07	—	7.10	—	—
							XV	8.73	4.43	—	4.00	7.07	—
*) na dwóch stacjach.													
średnio na wszystkich stacjach:								7.50	4.58	3.42	6.97	7.03	7.45
bez uwzględnienia I i II stacji:								7.68	4.70	3.25	6.97	7.01	7.20

Przechodząc do stopnia ogrzania warstw wody od powierzchni do głębokości 20 m, od 20 do 40 m i poniżej 40 m, widzimy, że warstwa powierzchniowa ma średnią temperaturę 7.95 , lecz po odrzuceniu czysto morskich stacyj I i II, nie należących do ławicy, otrzymujemy temperaturę wyższą, mianowicie 7.968 , co może być wytłumaczone wpływem odbitych od dna promieni ciepłych. Warstwa głębsza wykazuje ten sam wpływ dna na temperaturę wody ($t = 4.056$ i 4.070).



Nr. 3

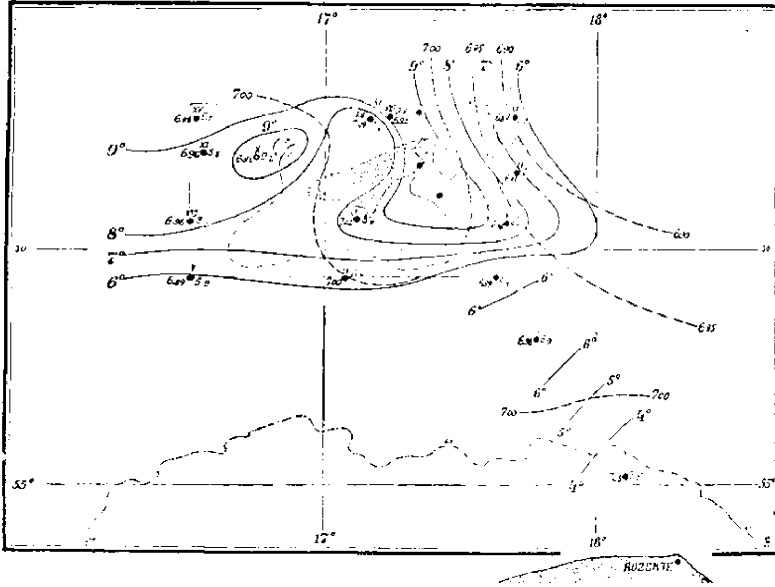
Mapka izoterm i izohalin na powierzchni morza.

Carte des isothermes et des isohalines à la surface de la mer.

Zasolenie na powierzchni wynosi średnio 6.97 ‰; maksimum — 7.92 ‰ na stacjach I, II i VII; minimum — 6.85 ‰ na stacji V. Zasolenie wzrasta do średniej wartości 7.29 ‰ na głębokości 50 metrów; maksymalne zasolenie na tym poziomie wystąpiło na stacji XI — 7.61 ‰; minimalne — 7.05 ‰ na stacji III.

Średnie zasolenie w warstwie powierzchniowej do głębokości 20 m równa się 6.97 ‰; w warstwie głębszej 20—40 m — 7.03 ‰, wykazując zupełnie nieznaczne wahania.

Na głębokości 60 m na stacji II otrzymano zasolenie 9.61³/₀₀ przy temperaturze 3.06 co wskazywałoby na to, że czerpacz w tym przypadku osiągnął już warstwę wód przydennych, zapelniających łożysko morza Bałtyckiego i mających własne zasolenie i temperaturę. Naogół znalezione temperatury i zasolenie zgadzają się z normalnym dla morza Bałtyckiego rozkładem tych elementów¹⁾.



Nr. 4

Mapka izoterm i izohalin na głębokości 10 metrów.
Carte des isothermes et des isohalines à 10 m de profondeur.

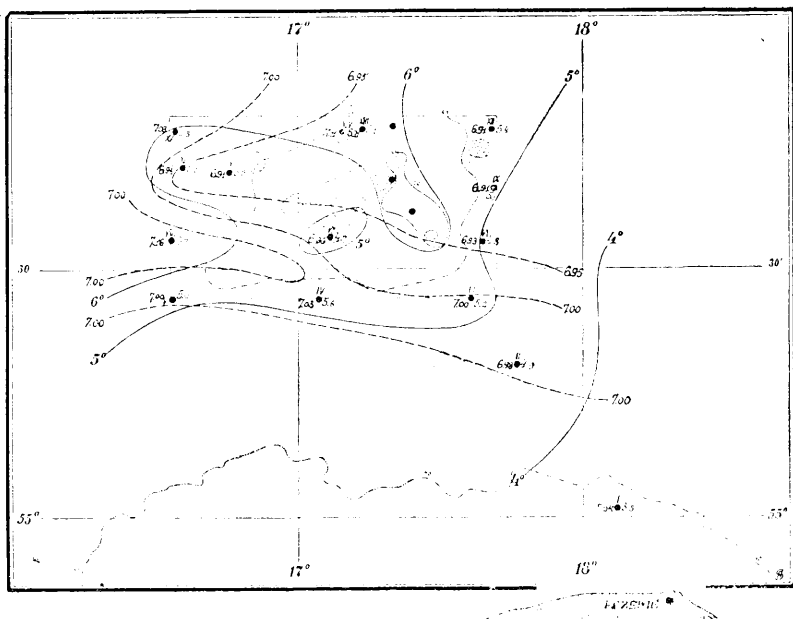
Poziomy rozkład temperatury i zasolenia przedstawiony jest na mapkach izoterm i izohalin dla powierzchni morza i głębokości 10, 20 i 30 m.

Na powierzchni morza izoterma 10⁰ przechodzi w pobliżu st. I, IV i V (temperatura 10.02 na południe od Ławicy). Woda

¹⁾ Dr. Otto Krümmel. Handbuch der Ozeanographie. Band I oraz Ann. d. Hydr. Sept. 1906.

chłodniejsza (8°) dochodzi do Ławicy z północo-wschodu (st. IX i XII). Między te krańcowe izotermę wrzyna się klinem izotermę 10° (st. XIV i XV) nad płytką częścią Ławicy, przyczem między izotermami 10° morską i ławicową zalega woda chłodniejsza o temperaturze poniżej 9° C., (st. III, VII i VIII).

Zasolenie nad Ławicą jest nieco większe, niż w otaczających ją wodach i dochodzi na st. VII do 7.02‰ , na północno-wschodzie 6.91‰ (st. IX, XII i XIII) i na południowo-zachodnich stacjach $6.85\text{--}6.96\text{‰}$ (st. V, VIII i XI).



Nr. 5

Mapka izoterm i izohalin na głębokości 20 m.

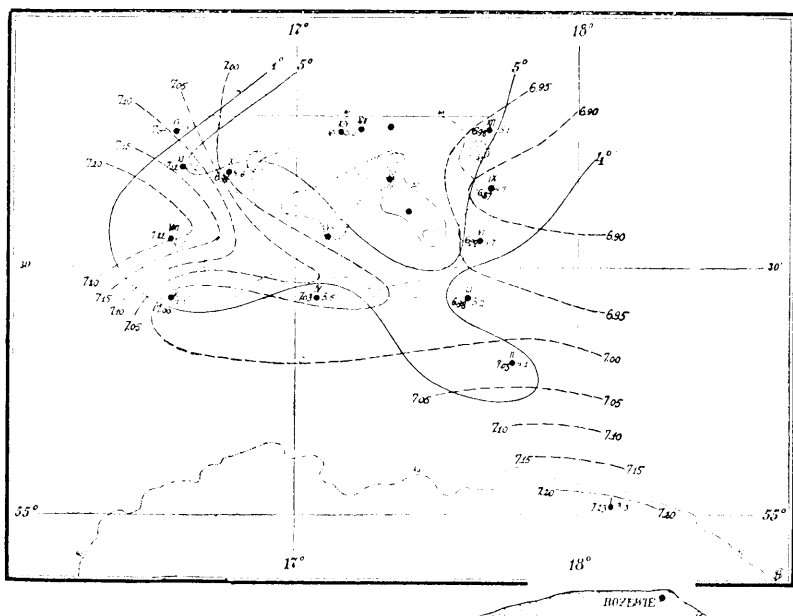
Carte des isothermes et des isohalines à 20 m de profondeur.

Z południa podchodzi do Ławicy woda o zasoleniu 7.02‰ (st. I i II).

Na głębokości 10 m rozkład temperatury jest dość skomplikowany, na kilku stacjach występują miejscowe odchylenia w tę lub inną stronę: st. X— 9.02 ; st. III— 5.04 ; st. XIV— 7.04 . Jednakże w ogólnych zarysach izotermę wykazują dodatni

wpływ Ławicy, uwidoczniając dość szybki spadek temperatury wody poza Ławicą. Temperatura zmienia się na tym poziomie w dość znacznych granicach 3.⁰⁵ (st. I)—9.⁰⁸ (st. XIII). Zasolenie waha się od 6.80 ‰ na st. XIV i jest nad Ławicą większe, niż dookoła niej.

Na głębokości 20 m temperatura waha się od 5.⁰² na st. III do 6.⁰⁵ na st. XIV, przyczem na st. VII występuje niższa temperatura 4.⁰⁷. Izoterma 5⁰ zblizona jest przebiegiem do 40—metrowej izobaty ograniczającej Ławicę. Na stacjach morskich I i II otrzymano niższe temperatury: 3.⁰⁵ i 4.⁰⁹.



Nr. 6

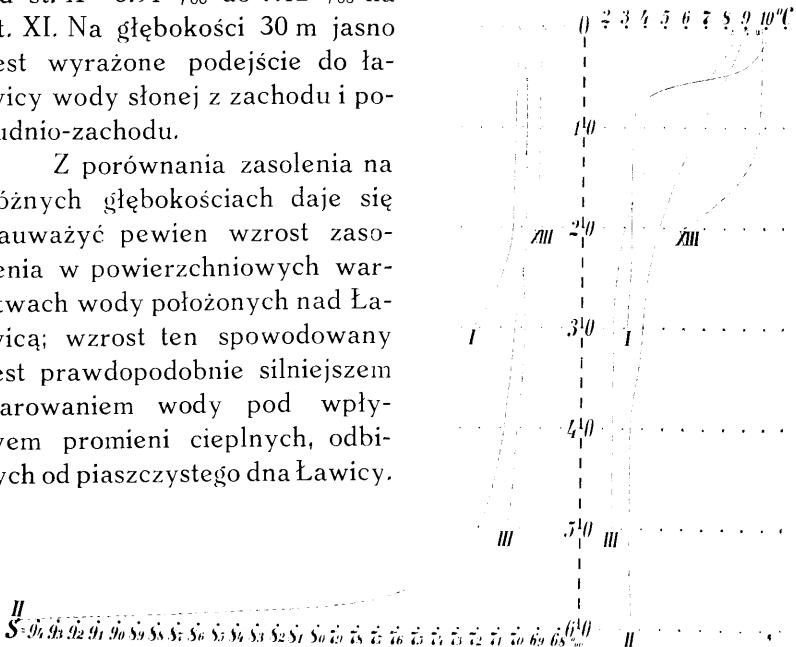
Mapka izoterm i izohalin na głębokości 30 m.

Carte des isothermes et des isohalines à 30 m de profondeur.

Zasolenie jest bliskie 7 ‰—woda bardziej słona podchodzi z południowo-zachodu, tak że stacje III, IV, V, VIII, XIV i XV mają zasolenie większe—powyżej 7 ‰ (maximum 7.16 ‰ na st. V.II); natomiast stacje położone w północo-wschodniej części Ławicy (VI, IX, XII i XIII) wykazują zasolenie niższe—około 6.91 ‰.

Na głębokości 30 m temperatura wody nie wykazuje znaczniejszych wahań i równa się 5.⁰⁰—5.⁰², na stacjach północnych (XII, XIV i XV), i 3.⁰²—4.⁰¹ na stacjach południowych (III, IV i V). Maximum na st. XI—5.⁰²; minimum na st. III—3.⁰². Zasolenie w zachodniej części silnie wzrasta osiągając maximum na st. VIII: 7.22 ‰; minimum zasolenia znajdujemy na stacji IX. Zwraca uwagę szybki wzrost zasolenia od st. X—6.91 ‰ do 7.12 ‰ na st. XI. Na głębokości 30 m jasno jest wyrażone podejście do łąwicy wody słonej z zachodu i południ-zachodu.

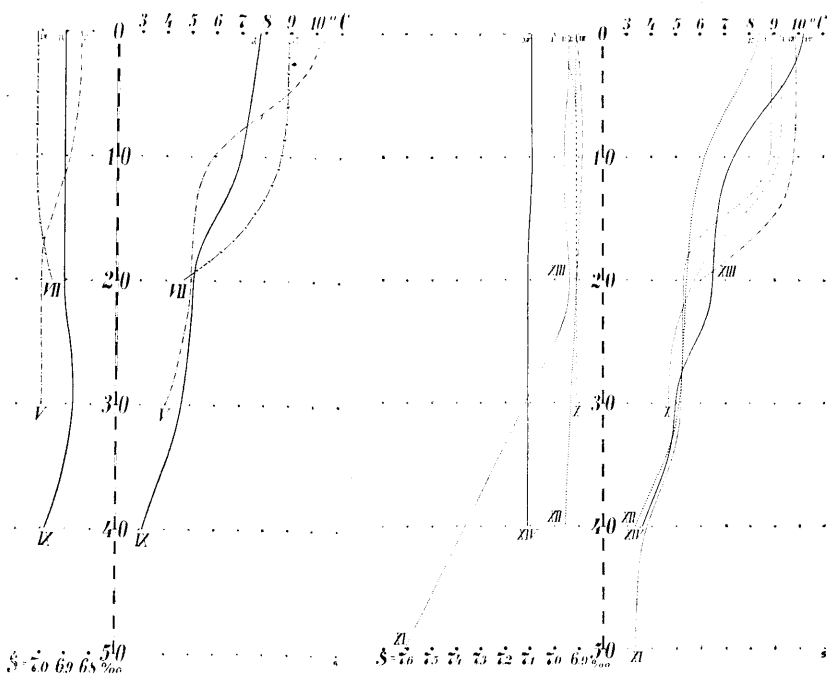
Z porównania zasolenia na różnych głębokościach daje się zauważyć pewien wzrost zasolenia w powierzchniowych warstwach wody położonych nad Ławicą; wzrost ten spowodowany jest prawdopodobnie silniejszym parowaniem wody pod wpływem promieni ciepłych, odbitych od piaszczystego dna Ławicy.



Nr. 7

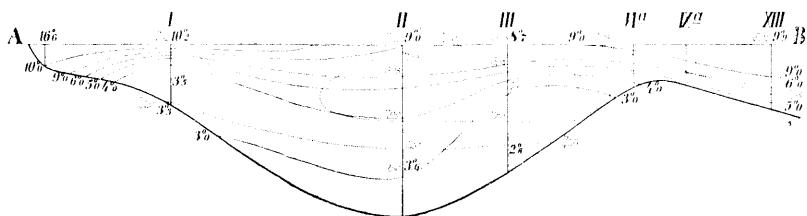
Pionowy rozkład temperatury i zasolenia dla poszczególnych stacji przedstawiony jest na wykresach Nr. 7, 8 i 9. Zwraca uwagę bardzo znaczny wzrost zasolenia na st. II na głębokości 50—60 m, gdzie zasolenie wzrasta od 7.2 ‰ do 9.5 ‰ na 10 m zmiany głębokości oraz pewna, nieznaczna zresztą, inwersja zasolenia: st. III na głębokości 30 m; st. VI na głębokości 14 m; st. VII na głębokości 20 m; st. IX na głębokości 30 m i st. X na powierzchni morza.

Łącząc wyniki pomiarów ze stacji I, II, III i XIII w jedną

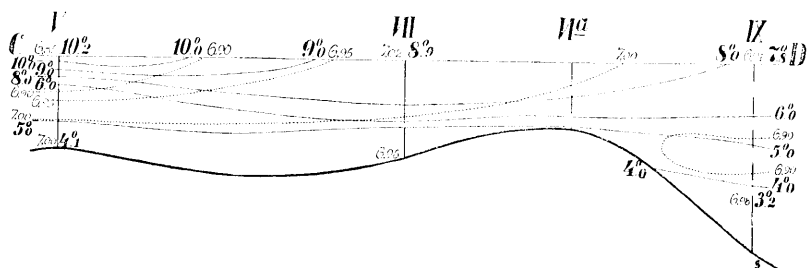


Nr. 8

Nr. 9



Nr. 10

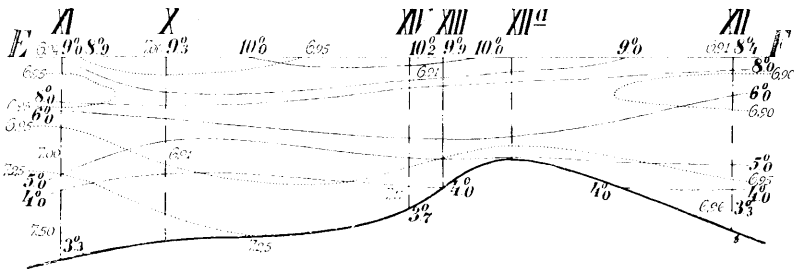


Nr. 11

grupę (rys. 10), pomiary ze stacji V, VII i IX—w drugą (rys. 11) i pomiary ze stacji XI, X, XIII i XII—w trzecią (rys. 12), otrzymamy rozkład temperatury i zasolenia na przekrojach A-B, C-D i E-F mapki orientacyjnej.

Jak widać na przekroju A-B woda chłodniejsza i zarazem bardziej słona zalega przydenne strefy na południowo-wschodnim krańcu ławicy w okolicach st. III—VI. W rejonie stacji II temperatury na tych samych poziomach są znacznie wyższe w całym słupie wody i zmniejszają się w kierunkach do stacji I i III; taki rozkład temperatury mógłby świadczyć o obecności w rynnę słupskiej ciepłego prądu z morza północnego. Przekrój C-D potwierdza zrobiony już przedtem wniosek, że silniejsze parowanie nad ławicą, wpływa na zwiększenie zasolenia.

Zestawiając wyniki pomiarów zrobionych nad Ławicą Środkową przychodzimy do następujących wniosków:



Nr. 12

1) Konfiguracja dna oraz głębokości w rejonie Ławicy zupełnie nie odpowiadają danym map morskich, używanych w żegludze; Ławica w północnej części jest znacznie węższa, natomiast ku zachodowi wyciągnięta. Głębokości nad Ławicą, szczególnie nad północną jej częścią, są naogół większe, przy czym występuje w wielu miejscach kamieniste podłoże ławicy.

2) Słup wody nad ławicą różni się od otaczających wód wyższą temperaturą i większym zasoleniem, przedstawiając do pewnego stopnia odrębną strefę, rodzaj wyspy wodnej.

R é s u m é

K. DEMEL et S. DLUSKI.

COMPTE -RENDU D'UNE EXCURSION SCIENTIFIQUE
SUR LE BANC CENTRAL DE LA BALTIQUE.

Les auteurs donnent un compte-rendu d'une excursion scientifique au bord du bateau-école polonais „Dar Pomorza”, sur la région méridionale du Banc Central de la Baltique—région délimitée par les latitudes 55°27'N — 55°48'N et les longitudes 16°33'E—17°42'E.

On a fait 66 (1 à 66) nouveaux sondages du fond à l'aide de sondeur de THOMSON et quinze (I à XV) dragages biologiques exécutés à l'aide de l'appareil de C. G. J. PETERSEN.

Dans la profondeur ne dépassant pas 40 m le fond dominant est sablonneux. Au point de vue de sa faune la-dite région est caractérisée par l'abondance de Mollusque *Macoma baltica* et de Crustacé *Pontoporeia affinis*.

Dans les profondeurs plus considérables on a capturé 7 espèces arctiques¹⁾ dont une, *Perigonimus cirratus*, polype de la Meduse *Halitholus cirratus* n'était pas connu jusqu'à présent que d'une unique station dans la profondeur du golfe de Dantzig.

Ensuite le compte-rendu renferme les résultats des sondages, exécutés à l'aide d'une sonde acustique, des observations thermiques ainsi que les observations de la salinité caractérisant la partie sud du Banc Central (Süd Mittel Bank) de la Baltique: latitude entre: 55°30 N — 55°50 N; longitude entre: 16°32 E — 17°43 E.

Il résulte des recherches en question, que:

1) La configuration du fond et des profondeurs dans la région examinée ne répondent pas aux données des cartes marines

1) *Pontoporeia affinis*, *P. femorata*, *Mesidotea entomon*, *Mysis oculata*, *Michtheimysis mixta*, *Terebellides strömi*, *Perigonimus (Halitholus) cirratus*.

employées dans la navigation. Le banc est plus étroit dans la partie septentrionale et allongé dans la direction O. Les profondeurs au-dessus du banc, en particulier dans la partie N, sont en général plus grandes.

2) La masse d'eau au-dessus du banc diffère des eaux environnantes, par sa température plus élevée et par sa salinité plus grande.

MARJAN GIEYSZTOR

LIMNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINIGEN KLEINGEWÄSSERN

INHALTSÜBERSICHT

EINLEITUNG. MORPHOLOGIE. NIVEAUSCHWANKUNGEN.

THERMIK. Einführung. Methodisches. Die thermischen Verhältnisse im Lynceusbecken. Morgen-, Mittag- und Abendtemperaturen. Mittlere Tages- und Monatstemperaturen. Tagesschwankungen. Tagestemperaturgang und meteorologische Bedingungen. Die Temperatur in 30 cm Tiefe. Die Uferwassertemperaturen. Die Temperatur des Wassers im Schatten und in der Sonne. Homothermie und Temperaturschichtung; Ursachen derselben. Homothermie. Temperaturschichtung und Tageszeit. Temperaturverlauf in kleinen Wasserbecken und jährlicher Temperaturverlauf der Seen. Der Temperaturverlauf am 1—2.V. 30.VI—1.VII und 24—25.VII.31. Thermische Sprungschicht. Die thermischen Verhältnisse im Erlenbecken. Einige Bemerkungen über Temperaturmessungen, welche gelegentlich an verschiedenen kleinen Wasserbecken vorgenommen wurden. Allgemeine Schlussbetrachtungen.

DURCHSICHTIGKEIT, FARBE, WASSERSTOFFIONENKONZENTRAZION UND GESAMTHÄRTE DES WASSERS IM LYNCEUS- UND ERLNBECKEN. SAUERSTOFF.

ERGÄNZUNGEN der vorhergegangenen Beschreibungen und kurze Charakteristika einiger Kleingewässer.

LITERATURVERZEICHNIS.

Einleitung.

Zu der vorliegenden Arbeit habe ich mich während meiner Untersuchungen über die Rhabdocölenfauna des Süßwassers entschlossen. Im Laufe derselben kam ich nämlich in Berührung

mit vielen kleinen Wasserbecken und es fiel mir auf, dass sowohl das quantitative Auftreten einzelner Formen, wie auch der Artenbestand verschiedener Wasserbecken im Zusammenhange stehen, was schon ganz oberflächliche unmittelbare Beobachtungen bestätigen. Eine gründlichere Analyse dieser Verhältnisse erwies sich aber als unmöglich infolge unserer unzulänglichen Kenntnisse vieler selbst grundsätzlicher Merkmale der Kleingewässer. Der Grund hierfür liegt in der starken Überhandnahme von limnologischen Seeforschungen, welche zuerst die Aufmerksamkeit der Limnologen aufgehalten haben.

Die grosse Anzahl kleiner Wasserbecken in den mir bekannten Gegenden Polens (Podlasie, Suwałki-Gebiet, Gegend von Warszawa und Lwów) veranlassten mich zur Überlegung, wie gross die Zahl der tierischen Bewohner der kleinen Wasserbecken insgesamt in diesen Gegenden sein müsste und wie gross die Erdfäche sein müsste, welche von allen kleinen Wasserbecken, insbesondere im Frühling, eingenommen wird. Die kleinen Wasserbecken mit ihrer oft reichen und ungemein interessanten Fauna scheinen bezüglich ihrer weiten Verbreitung und eingenommenen Fläche ein grosses Wasserbiotop zu repräsentieren, welches in seearmen Gegenden auf den ersten Plan hervortritt.

Die Durchführung dieser längst geplanten Studien wurde mir durch den Aufenthalt in der Hydrobiologischen Wigrystation ermöglicht, wofür ich deren Leiter, Herrn Dr. A. LITYŃSKI meinen Dank ausspreche. Leider war ich schon nach 4 Monaten systematischer Arbeit im Terrain gezwungen meine Untersuchungen zu unterbrechen, wodurch der geplante Umfang derselben stark beeinträchtigt wurde. Herrn Dr. Z. KOZMIŃSKI und Herrn Dr. J. WISZNIEWSKI bin ich meinen herzlichsten Dank schuld für einige Angaben bezüglich der Verhältnisse in den Wasserbecken während der Monate September und Oktober 1931. Ebenso danke ich dem Herrn Laboranten A. WASYLENKO für seine stete Hilfsbereitschaft bei der Sammlung des Materials. Die Bearbeitung des Materials erfolgte im Zoologischen Institut der Universität in Warszawa dank der zuvorkommenden Freundlichkeit des leider unlängst verstorbenen Professor Dr. K. JANICKI, wofür ich dem Verblichenen zu innigstem Danke verpflichtet bin.

Als Objekte für meine Untersuchungen habe ich zwei kleine Wasserbecken in der Nähe des Stationgebäude gewählt. Das eine—das „Lynceusbecken“ (nach dem hier auftretenden Phyllopoden *Lynceus brachyurus* so benannt)—ist fast ganz offen und somit der Wirkung von Sonne und Wind direkt ausgesetzt. Das zweite—das „Erlenbecken“, vom Lynceusbecken ca. 170 m entfernt—liegt etwas tiefer in einer Bodensenkung und ist von Erlenbäumen umsäumt, daher fast gänzlich beschattet und grösstenteils vor Wind geschützt; sein Grund ist mit Erlenblättern bedeckt. Die Entfernung vom Wigrysee beträgt beim Lynceusbecken ca. 260 m, beim Erlenbecken ca. 150 m. Beide liegen ca. 200 m von der Thermometerhütte der Hydrobiologischen Station entfernt, und daher habe ich mitunter bei Überlegungen über die Temperaturverhältnisse beider Becken auch die Messresultate dieser Thermometer berücksichtigt. Ebenso habe ich mich der Beobachtungen bedient, welche an der Station über Sonnenscheindauer (mittels Heliographs), Windstärke, Luftfeuchtigkeit (mit Psychrometer) sowie maximale und minimale Lufttemperatur gemacht wurden.

Meine Beobachtungen an den erwähnten Wasserbecken begannen gleich nach dem Abschmelzen der Eisdecke, d. h. am Lynceusbecken am 19.IV.1931, an dem Erlenbecken am 25.IV.1931.

Ausserdem habe ich gelegentlich Beobachtungen an einigen anderen kleinen (hinsichtlich ihrer Rhabdocölenfauna bemerkenswerten) Wasserbecken derselben Gegend gemacht, die ich auch kurz erwähnen werde.

Morphologie.

Die Frage der Grössenmasse einzelner morphologischen Merkmale (wie Fläche, Maximal- und Mitteltiefe, Uferlänge u. s. w.) in kleinen Wasserbecken muss als sehr brennend betrachtet werden. Während wir, über die in der limnologischen Literatur behandelten Seen fast in jedem einzelnen Fall über mehr oder weniger genaue morphologische Angaben verfügen, ist die Kategorie der kleinen Wasserbecken in dieser Hinsicht bisnun nur ganz allgemein behandelt worden. In keiner mir bekannten

Arbeit ist der Versuch einer gründlicheren morphologischen Charakterisierung kleiner Wasserbecken unternommen worden. Meistens begnügte man sich mit dem sehr dehnbaren Begriff „kleines Wasserbecken“. Indessen sind es eben die morphologischen Merkmale, welche sehr verschiedenartig ausgebildet, uns Berechtigung geben von „kleinen“ Wasserbecken zu sprechen, also von Gewässertypen, welche in somancher Hinsicht von grossen Wasserbecken (Seen inbegriffen) stark abweichen.

Die morphologischen Merkmale bestimmen den Charakter der Seen, da ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften (und somit auch in der Hauptsache ihre Flora und Fauna) in erster Reihe von ihrer Morphologie abhängen; „... das ganze Lebensgetriebe des Sees ist in erster Linie vom Bau seines Beckens abhängig...!“—behauptet THIENEMANN in den Schlussfolgerungen seines bekannten Werkes „Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See“ (Binnengewässer, 1928, S. 144¹). Dieselbe Abhängigkeit, obwohl sie vielleicht manchmal einen anderen Charakter hat, herrscht unzweifelhaft auch in kleinen Wasserbecken. Der Grad sowie das Wesen dieser Abhängigkeit konnten jedoch nicht näher analysiert werden, infolge unserer bisher ganz unzulänglichen Kenntnisse der Verhältnisse in den kleinen Wasserbecken.

In die beigelegte Skizze des Lynceusbeckens wurden die Isobathen eingezeichnet, welche am 22.IV folgenden Tiefen entsprachen: 10, 20, 30, 40, 50, 60 und 72 cm. (Fig. 1). Die Maximaltiefe betrug an diesem Tage 78 cm. Diese Isobathen haben aber gleichzeitig noch eine andere Bedeutung. Es wurde nämlich eine topographische Aufnahme des Gewässers jeweils dann unternommen, wenn das Wasserniveau im Prinzip um 10 cm sank²). Somit stellen die erwähnten Isobathen gleichzeitig auch die Veränderungen in der Grösse der Fläche und Länge der Uferlinie dar, welche im Laufe des Austrocknung des Wasserbeckens im Sommer 1931 eintraten, mit anderen Worten—sie bezeichnen die abwechselnden Stadien des Wasserbeckens.

Die erste topographische Aufnahme wurde gleich nach

1) Vergl. ebenfalls die Arbeiten von Alsterberg und Halbfass.

2) Die Niveauschwankungen wurden an der Latte abgelesen, welche in der Nähe des maximalen Tiefpunktes des Gewässers aufgestellt war (vgl. Fig. 1).

dem Abschmelzen der Eisdecke, d. h. am 22.IV vorgenommen. Die erste „Isobathe“ wurde am 7.V eingezeichnet, die folgenden am 19.V, 10.VI, 25.VI, 4.VII, 27.VII, und 11.VIII. Die Isobathe „60“ z. B. bezeichnet somit am 22.IV die Tiefe von 60 cm, am 7.V—von 50 cm, am 19.V—von 40 cm, am 10.VI—von 30 cm, am 25.VI—von 20 cm, am 4.VII—von 10 cm und am 27.VII—die Uferlinie des Wasserbeckens.

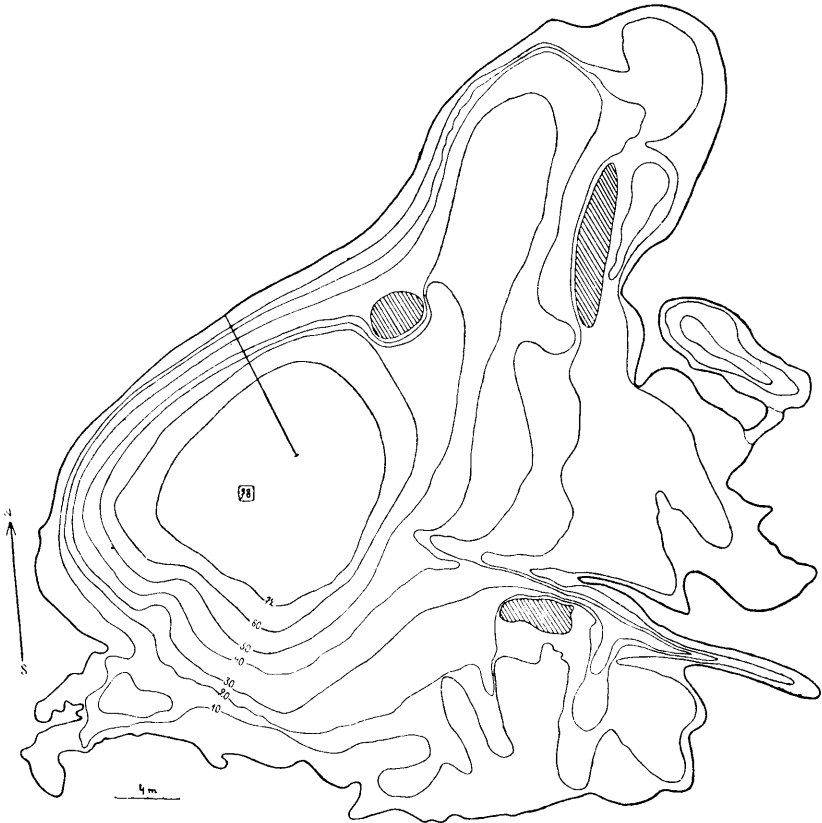


Fig. 1. Lynceusbecken.

Die gestrichelten Stellen bezeichnen die Inseln, gerade Linie—die Stegbrette. Andere Bezeichnungen im Texte.

Ausser Merkmalen des Gewässers, wie Grösse der Fläche, Uferlänge, Maximal- und Mitteltiefe sowie Volumen, habe ich noch die „Kapazität“ des Wasserbeckens berücksichtigt, ein Merkmal, welches in die Literatur von REZVOJ im Jahre 1928

eingeführt wurde¹⁾. Die Kapazität wird durch die Formel $M = \frac{Cp^2}{P}$ ausgedrückt, wobei M—Kapazität, p—Mitteltiefe, C—Fläche und P—Uferlinie bezeichnet.

T A B. 1.

Die morphologischen Merkmale des Lynceusbeckens
im J. 1931 in der Zeit vom 22.IV bis zum 4.XI.

Die Kurrentschriftziffern bezeichnen die Unterschiede zwischen der einzelnen
Größen.

Daten der Messun- gen	Ober- fläche	Länge der Uferlinie	Maxi- maltiefe	Mittel- tiefe	Volumen	Kapazität
	m ²	m	cm	cm	m ³	m ³
22.IV	1350	240	78	29	391.5	0.473
15	172	+ 54	10	1	61.7	0.159
7.V	1178	294	68	28	329.8	0.314
12	335	116	10	4	127.5	0.042
19.V	843	178	58	24	202.3	0.272
22	185	20	10	3	64.1	6.088
10.VI	658	158	48	21	138.2	0.184
15	192	48	10	1	45	0.015
25.VI	466	110	38	20	93.2	0.169
9	150	38	10	4	42.6	0.057
4.VII	316	72	28	16	50.6	0.112
23	85	16	10	6	27.5	0.071
27.VII	231	56	18	10	23.1	0.041 (41 000 cm ³)
15	78	12	12	0	7.8	0.007
11.VIII	153	44	6	10	15.3	0.034 (34 000 cm ³)
50	148	36	3	7	15.2	33 500 cm ³
4.XI	5	8	3	3	0.15	0.0005 (500 cm ³)

¹⁾ Der Begriff der „Kapazität“ wurde einer nicht sehr überzeugenden Kritik von Mouraveisky (1931) unterzogen.

Die beigelegte Tabelle 1 zeigt, wie stark die morphologischen Merkmale eines vorübergehenden Wasserbeckens (und zwar des Lynceusbeckens) variieren. Es drängt sich somit die Frage auf, wie solche unbeständige morphologische Eigenschaften beurteilt werden sollen? In unserem Falle wäre es z. B. gänzlich unberechtigt, würden wir irgendein bestimmtes morphologisches Merkmal des Lynceusbeckens durch irgendeine aus der Tabelle 1 ausgewählte Ziffer charakterisieren wollen. Das Volumen des Lynceusbeckens beträgt z. B. weder 391.5 m^3 (am 22.IV) noch 0.15 m^3 (4.XI), sondern drückt sich in der Grösse aus, welche am 22.IV festgestellt wurde, unter Berücksichtigung aller Übergänge, bis zum vollständigen Austrocknen des Beckens. Der allgemeine morphologische Charakter eines Kleingewässers müsste somit mittels einer synthetischen Grösse aus allen seinen morphologischen Merkmalen (vgl. Tabelle 1) ausgedrückt werden. Sehr wichtig ist ebenfalls die Bestandsdauer eines Wasserbeckens im Rahmen einer gewissen Kapazität (ohne stärkere Veränderungen). So währt z. B. beim Lynceusbecken das Stadium der sehr kleinen Kapazität verhältnismässig sehr lange Zeit. Die obigen Betrachtungen können uns zur Annahme berechtigen, dass kleine Wasserbecken verschiedene Stadien in ihrem „Leben“ durchlaufen. Diese Annahme wird durch die weiter unten besprochenen Beobachtungen bestätigt.

Bestimmte diese oder jene morphologische Merkmalskomplexe haben bei kleinen Wasserbecken eine spezifische Bedeutung, welche für die Seen nicht eigen ist. Ein jeder, sogar der anfängliche Komplex der morphologischen Merkmale kann nämlich, wo die Umweltsbedingungen des Beckens bekannt sind (Klimafaktoren, Bodendurchlässigkeit, Beschattung), seine wahrscheinliche Bestandsdauer in der Mehrzahl der Fälle im voraus festlegen.

Die zweite Skizze (Fig. 2), nach derselben Methode dargestellt, bezieht sich auf das Erlenbecken. Die erste topographische Aufnahme erfolgte am 25.IV, unmittelbar nach dem Schmelzen der Eisdecke, die erste Isobathe (am 25.IV eingezeichnet) stellt die Tiefe von 10 cm vor, die zweite (1.VII)—die von 22 cm, die dritte (5.VII)—die von 35 cm. Die Fläche betrug anfangs (25.IV) 287 m^2 , die Uferlänge 85 m, die Maximaltiefe 44 cm, die Mitteltiefe 18 cm, das Volumen 51.6 m^3 , die Kapazi-

tät 0.11 m^3 . Am 25.VI betrug die Oberfläche 206 m^2 , die Uferlänge 91 m . Am 1.VII betrug die Fläche 64 m^2 (ein Teil des Beckens sonderte sich ab), die Uferlänge 36 m . Am 4.VII ist das Becken beinahe ausgetrocknet; es fiel in drei kleine Gewässer, deren gesamte Fläche 2 m^2 und maximale Tiefe 14 cm betrug. Am 5.VII betrug ihre Tiefe schon nur 9 cm , am folgenden Tage (6.VII) trocknete das Becken vollständig aus.

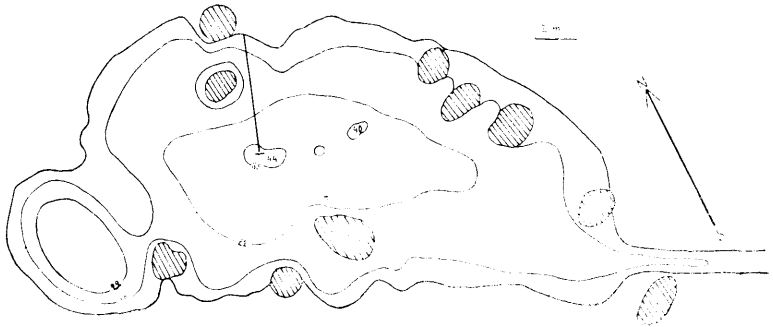


Fig. 2 Erlenbecken.

Die gestrichenen Stellen bezeichnen grössere Büscheln von den sich innerhalb des Beckens selbst befindenden Erlen. Die gerade Linie bezeichnet eine Stegbrette.

Die Variabilität der morphologischen Merkmale ist in diesem Wasserbecken infolge der Grundwasserspeisung ganz eigenartig. Über das weitere Schicksal dieses Beckens werde ich noch weiter unten berichten.

Niveauschwankungen.

Je grösser das Wasserbecken ist, desto kleiner erscheint im allgemeinen der Einfluss der Niveauschwankungen und desto kleinere Rolle spielt in seinem Leben die Wasserdunstung. Wie aus hydrologischen Untersuchungen bekannt ist, ist die Wasserdunstung verschiedener Seen, nicht selten, sogar derselben klimatischen Zone, sehr verschieden (vgl. HALBFASS, 1923, S. 118—119) und zwar übt sie einen viel grösseren Einfluss auf kleinere Seen. Bekanntlich steht das Steigen des Wasserniveaus nicht im direkten Verhältnis zur Grösse der atmosphärischen

Niederschläge: im Sommer verursachen reichliche Niederschläge oft kein Steigen des Wassers, während im Winter sogar kleine Niederschläge stark auf das Wasserniveau einwirken. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der verschiedenen Intensität der Wasserverdunstung und in dem Durchlässigkeitsgrad des Bodens (vgl. HALBFASS, 1920).

Berücksichtigen wir nun die Wassermenge, welche sich im kleinen Wasserbecken vorfindet, dann ist es klar, dass ein Wasserverlust sogar von einigen Zentimetern von erheblicher Bedeutung für dies sein muss. Ein stärkeres Sinken des Wasserniveaus kann in einem kleinen Wasserbecken leicht zu seiner Austrocknung führen, also zu dem entscheidenden Moment in seinem Leben und dem Leben der in ihm befindlichen Biozönose. Durch die Austrocknung verschwindet aber meistens das Wasserbecken nur zeitweise; potentiell hört es nicht auf weiter zu bestehen, da bei reichlicheren Niederschlägen oder schwächerer Wasserdunstung, bzw. erst im folgenden Jahre nach der Schneeschmelze, das Wasserbecken wieder aufleben und gewöhnlich seine Individualität vom vorigen Jahre weiterhin bewahren wird.

Der Verlauf der Niveauschwankungen im Lynceusbecken, welche endlich zur Austrocknung des Beckens geführt haben, ist auf Fig. 3 dargestellt. Wir sehen folgende Kurven zusammengestellt: Niveauschwankungskurve, Lufttemperaturkurve (Dekadenmittelwerte), Kurve der relativen Feuchtigkeit in ‰, tägliche Niederschlagsmenge, Verdunstungskurve (berechnet aus der Zusammenstellung der Niveauschwankungen und der Niederschläge) und die Niveauschwankungskurve des Wigrysees.

Aus Fig. 3 geht u. a. hervor, dass infolge des 26 mm starken Niederschlages am 2.VI das Niveau des Beckens sich um 30 mm hob, ebenso hob sich am 7.VIII das Wasserniveau um 10 mm nach einem Niederschlage von 8.2 mm; dagegen hob sich der Wasserstand am 16.VIII bzw. 22.VIII nach einem 14.5 bzw. 28.7 mm-starken Niederschlage um 30 bzw. 60 mm. Die Ursachen dieser Erscheinungen muss man in der gemeinsamen Einwirkung aller oben angeführten, streng voneinander abhängenden, meteorologischen Faktoren suchen, welche die Intensität der Wasserverdunstung beeinflussen. Ausserdem kann auch einen Einfluss auf das Wasserniveau das Einzugsgebiet des

Wasserbeckens ausüben. Das Lynceusbecken hat zwar keinen sichtbaren Zufluss, nach stärkerem Regen fliesst jedoch selbstverständlich von den Abhängen das Wasser in das Becken hinein.

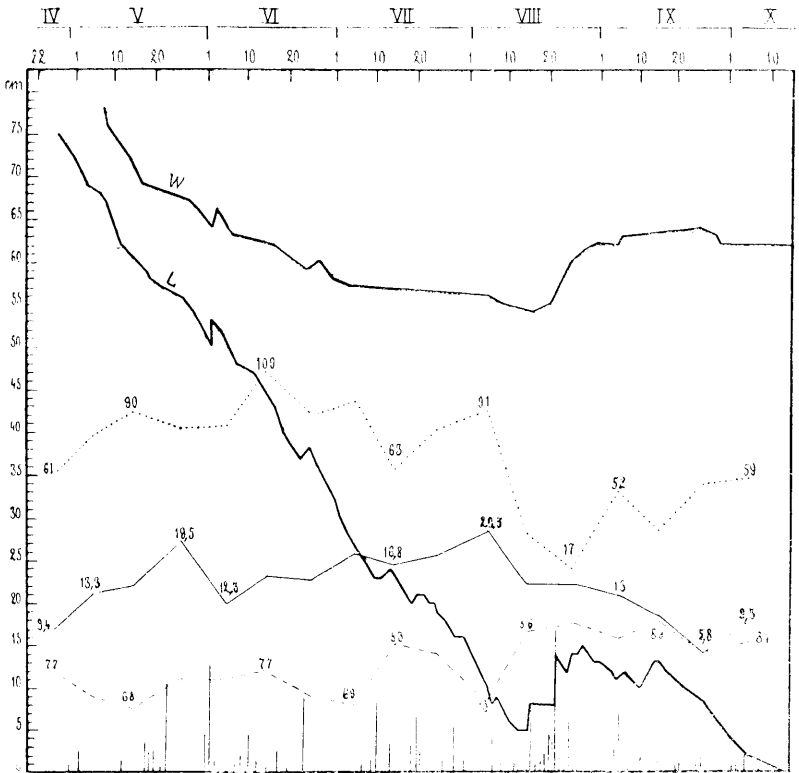


Fig. 3. Der Verlauf der Niveauschwankungen im Lynceusbecken und die meteorologischen Verhältnisse.

Dicke mit L bezeichnete Linie bezeichnet den Verlauf der Niveauschwankungen in Lynceusbecken in der Zeit vom 22.IV bis zum 10.X; diese Linie weist auf die jeweiligen maximalen Tiefen des Beckens hin. Gleiche mit W versehene Linie bezeichnet die Niveauschwankungen des Wigrysees. Wasserverdunstung (Dekadenmittelwerte). — Lufttemperatur (Dekadenmittelwerte). - - - relative Feuchtigkeit der Luft in 0/0 (Dekadenmittelwerte). Die sich auf unterem Teil der Figur befindenden vertikalen Linien bezeichnen die Grössen der einzelnen Niederschläge. Ein 1 cm entsprechender Abschnitt der senkrechten Linie auf der linken Seite entspricht der Grösse der Niederschläge von 2 mm, 1°C der Lufttemperatur, 20/0 der relativen Feuchtigkeit der Luft, 4 mm der Wasserdunstung und 1 cm der Niveauschwankung.

Herabdrückend auf den Wasserstand des Beckens wirken einerseits die höheren Pflanzen, andererseits die Durchlässigkeit des Bodens; der zweite Faktor scheint im Lynceusbecken keine grössere Rolle zu spielen.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, verlaufen die Niveauschwankungskurven des Lynceusbeckens und des Wigrysees ziemlich verschieden. Eine Erklärung dafür ist u. a. in dem komplizierten Einfluss des Einzugsgebietes und vielleicht auch der unterirdischen Quellen auf das Wasserniveau des Sees zu suchen.

T A B. 2.
Wasserverdunstung im Lynceusbecken

Monate	Wasserverdunstung in mm in einzelnen Dekaden:			Monatliche Summe der Wasserverdunstung
	I	II	III	
IV			61.2	
V	75.7	90.4	82.1	248.2
VI	83.8	109.2	88.5	281.5
VII	94.7	63.9	81.6	240.3
VIII	91.2	33.4	17.1	141.7
IX	52.7	34.6	57.4	144.7
X	59.1			

Die Berechnung der Intensität der Wasserverdunstung im Lynceusbecken lieferte mir einige interessante Ziffern. Die Tabelle 2 stellt eben die Verdunstungswerte im Lynceusbecken, nach Monaten und Dekaden berechnet, vor. Wir ersehen daraus, dass das Lynceusbecken im Verlaufe von 5 Monaten (V—IX) 1056 mm Wasser verdunstet hat, eine Ziffer, welche im Vergleich z. B. mit Züricher-

see (440 mm jährlich) und Ägerisee (410 mm jährlich; zit. nach HALBFASS, 1923), als sehr gross betrachtet werden muss. Der Grimnitzsee in der Nähe von Berlin verdunstet jährlich 936 mm (BINDEMANN 1921), d. h. im Durchschnitt pro Tag 2.56 mm, im Winter 1.26 mm und im Sommer 3.85 mm pro Tag. Der Durchschnittswert der Verdunstung im Lynceusbecken beträgt für die ganze Zeit seines Bestandes (22.IV—13.X) 6.74 mm pro Tag. Nachstehend gebe ich ein Vergleich, welche die durchschnittliche Verdunstung des Grimnitzsees pro Tag (nach BINDEMANN) und des Lynceusbeckens in verschiedenen Monaten zeigt.

	Mai	Juni	Juli	August	September
Grimnitzsee	3.91	5.16	5.03	4.39	2.88
Lynceusbecken	8.32	8.71	7.75	4.57	4.82
Differenz	4.41	3.55	2.72	0.18	1.94

Selbstverständlich kann eine einzige Zusammenstellung, dazu noch auf Materialien aus verschiedenen Jahren basierend, die uns interessierenden Verhältnisse nicht genau präzisieren. Die starke Differenz in den Monaten Mai und Juni findet ihre Erklärung in den thermischen Verhältnissen, welche in diesen Monaten in grossen und kleinen Wasserbecken sehr verschiedenen sind (vgl. unten Fig. 14).

Bemerkenswert ist ein Vergleich der Verdunstungsintensität des Lynceusbeckens mit derjenigen von Seen der Tropen- und Subtropenzone. Nach HALBFASS (1923) beträgt die jährliche Verdunstung derselben 1890 mm, 1930 mm, 2170 mm, 2730 mm, u.s.w. Es scheint somit, dass die Verdunstungsintensität (nach Umrechnung in durchschnittliche Verdunstungsintensität pro Tag) der Seen der Tropen- und Subtropenzone derjenigen von kleinen vorübergehenden Wasserbecken in der gemässigten Zone entspricht. Wir müssen aber bemerken, dass periodische Wasserbecken bei uns meistens nur in der warmen Jahreszeit auftreten und damit sind auch die spezifischen Bedingungen für das Dasein einer Kleingewässerorganismenwelt durchaus beschaffen.

Ganz anders als im Lynceusbecken verlaufen die Niveauschwankungen im Erlenbecken (Fig. 4). Da das Einzugsgebiet hier grösser ist und die Ausmasse des Beckens kleiner, reagiert es viel stärker und empfindlicher auf Niederschläge. Deutlich trat dies am 2.VI auf, wo nach dem 26 mm-starken Regen das Niveau des Lynceusbeckens um 30 mm, das Niveau des Erlenbeckens dagegen um 60 mm stieg. Doch weder dieser Umstand noch die starke Beschattung dieses Beckens sind imstande das schwache Fallen des Wassers in der Zeit vom 23.IV bis zum 12.VI sowie das plötzliche Steigen desselben vom 4.IX an zu erklären (vgl. Fig. 4 mit Niveauschwankungskurve auf Fig. 3). Ich muss annehmen, dass in diesem Falle der Einfluss des Grundwassers stärker, als die klimatischen Faktoren auf das Wasserstand einwirkt. Aus dem Verlaufe des Niveauschwankungskurven des Wigrysees und des Erlenbeckens glaube ich annehmen zu müssen, dass das Niveau des letzteren vom Wasser-niveau im Wigrysee abhängig ist. Fällt das Niveau des Wassers im Wigrysee unter ein bestimmtes Minimum, als welches der

Punkt ca. 110 mm an der Latte auf dem Wigrysee zu betrachten ist, dann schwindet der Einfluss des Seewassers auf den Erlenbecken ziemlich schnell (in dem vorliegenden Falle am 13.VI) und das Niveau des Wassers in dem letzteren sinkt rasch. Am 4 September, wenn das Wasserniveau im Wigrysee 110 cm betrug, begann das Wasser im Erlenbecken gewaltig zu steigen, obwohl es in dieser Zeit nicht zu starken Regen gab (Fig. 4). Dass das Wasser des Erlenbeckens mit dem Wasser des Wigrysees im Zusammenhange steht beweist auch seine im Gegensatz zum Lynceusbecken beträchtliche Gesamthärte, was ich noch weiter unten besprechen werde.

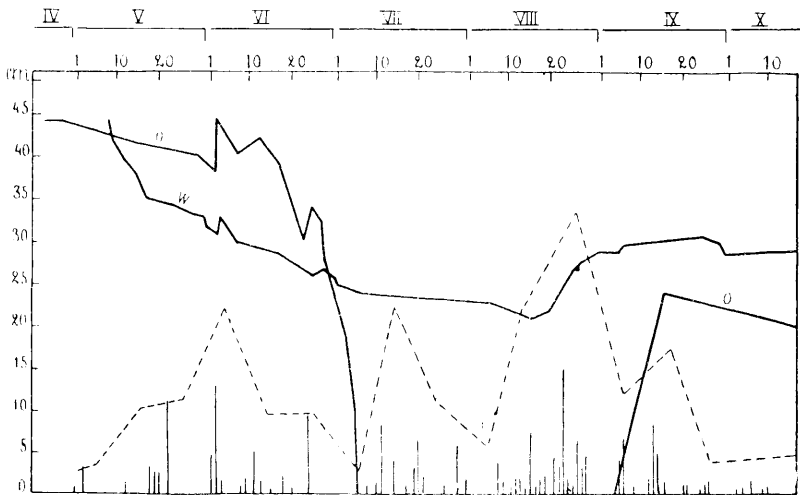


Fig. 4. Der Verlauf der Niveauschwankungen im Erlenbecken.

Dicke mit 0 versehene Linie bezeichnet den Verlauf der Niveauschwankungen im Erlenbecken in der Zeit vom 23.IV bis zum 17.X. Diese Linie weist die jeweiligen maximalen Tiefen des Beckens auf sowie die Dauer des trockenen Zustandes des Beckens. Gleiche mit W versehene Linie bezeichnet die Niveauschwankungen des Wigrysees. Die sich auf unterem Teil der Figur befindenden vertikalen Linien bezeichnen die Grössen der einzelnen Niederschläge. Ein 5 cm entsprechender Abschnitt der vertikalen die Niveauschwankungen bezeichnenden Linie entspricht der Grösse der Niederschläge von 10 mm. --- Niederschlagskurve auf Grund der Dekadensummen. Skala bleibt dieselbe, wie bei den einzelnen Niederschläge.

Ausser dem Erlenbecken sind mir noch einige kleine Wasserbecken, unweit des Wigrysees gelegen, bekannt, die ihren Wasserstand den Einflüssen des Wigrysees verdanken. Dazu

gehört z. B. das sog. Elodeabecken in der Entfernung von 50 m vom Ufer des Wigrysees. Die kleinen Ausmasse desselben sowie seine Seichtheit vermögen jedenfalls die Tatsache nicht aufzuklären, dass es während des ganzen Sommers mit Wasser aufgefüllt ist.

Thermik.

Im Jahre 1912 veröffentlichte WESENBERG-LUND seine überaus interessanten Beobachtungen über die Wassertemperaturen, welche im Frühjahr in der Litoralregion der Seen auftreten und wies auf die grossen Differenzen der Temperatur des Wassers an beschatteten und derjenigen an sonnenbelichteten Ufern hin. Auf S. 291 und 292 der erwähnten Arbeit lesen wir u. a. folgendes: „Merkwürdig genug hat man in der Limnologie nur in geringem Grade mit dieser hohen Temperatur in dieser Litoralregion gerechnet“ und daneben „... in den späteren Seebesreibungen hat man sich, wie mir bekannt, nur mit der Temperatur in der pelagischen Region beschäftigt“. Im Jahre 1926 hat ALM seine Arbeit, ähnlich wie WESENBERG-LUND den hohen Temperaturen in der Litoralregion der Seen gewidmet und bemerkt u. a. (S. 501), dass nach den Untersuchungen WESENBERG-LUNDS vom Jahre 1912 „haben jedoch die Limnologen dieser Frage keine Aufmerksamkeit gewidmet...“

Selbst heute kann noch mit Recht behauptet werden, dass unsere Kenntnisse der Thermik der Litoralregion an diejenigen über die Pelagial- und Profundalzone weit nicht heranreichen, obwohl ja gerade in der Litoralregion die komplizierten Temperaturverhältnisse, eine Unmenge von äusserst interessanten Problemen in sich bergen, und abgesehen davon, dass sie auch auf die Temperatur der pelagischen Region nicht ohne Einfluss bleiben muss.

Die Thermik der Litoralregion der Seen dürfte, obwohl sie ohne Zweifel verschieden, da den Einflüssen der pelagischen Region ausgesetzt, dennoch viele ähnliche Züge mit den Temperaturverhältnissen aufweisen, welche in kleinen, seichten Wasserbecken herrschen.

Die bisherigen Angaben über die Temperaturverhältnisse in kleinen Wasserbecken sind noch sehr knapp. Manche Auto-

ren begnügen sich mit allgemeinen, aprioristischen Behauptungen, wie z. B. solchen, dass die täglichen Temperaturschwankungen des Wassers sehr gross sind und dem Verlauf der Lufttemperatur genau folgen. Für andere, wie z. B. SPANDL (1926), ist die komplizierte Thermik der kleinen Wasserbecken „in ihrem Grunde genommen einfach“. Auch folgt sie nach diesem Autor „fast augenblicklich den veränderten Temperaturverhältnissen der Umwelt“ (S. 81). Wertvolle Angaben über die Thermik der sog. Kleingewässer finden wir erst bei SEDLMEYER (1931) und WEIMANN (1933), obwohl das Material des ersteren nicht besonders reichlich war, indem sich seine Untersuchungen auf eine Zeit von nur 6 Tagen erstreckte. Beide letztgenannten Autoren untersuchten aber eigentlich die Teiche von einer verhältnismässig bedeutender Tiefe (2.8 m bei SEDLMEYER; 2 m bis 2.65 m bei WEIMANN) und von beträchtlicher Oberfläche (41.6075 ha bei SEDLMEYER; 8.240 qm bei WEIMANN).

Zur Messung der Temperatur in kleinen Wasserbecken (mit Ausnahme der oberflächlichen Wasserschicht) habe ich mich eines speziellen Thermometers bedient. Das 1 m lange Thermometer aus Glas ist an eine Unterlage aus Holz befestigt; die Skalalänge ist normal, nur der Kapillarabschnitt (d. h. der Abschnitt zwischen der Skala und dem Quecksilbergefäss) ist sehr lang. Am Kapillarabschnitt ist eine Zentimeterskala angebracht um leichter über die Tiefe der gemessenen Stelle Aufschluss zu gewinnen. Nach Berücksichtigung der Lufttemperatur und der Versenkungstiefe des Thermometers operieren wir mit Messungen, welche bis zu 0.1°C genau sind. Die Handhabung ist ungemein einfach und rasch. SEDLMEYER (op. cit.) arbeitete mit einem Kippthermometer, welcher aber bei Messungen in seichtem Wasser viel Schwierigkeiten bereiten muss. Die Lufttemperatur wurde mit einem gewöhnlichen Thermometer am Ufer des Beckens gemessen. Oft habe ich mich aber der Messungen bedient, welche dreimal täglich ($6^{\text{h}} 30'$, $12^{\text{h}} 30'$, $20^{\text{h}} 30'$) an der Hydrobiologischen Station vorgenommen wurden.

Die Temperaturmessungen im Wasser wurden gewöhnlich frühmorgens, mittags und abends vorgenommen. Im Lynceusbecken: um $6^{\text{h}} 45'$ — 7^{h} , $12^{\text{h}} 40'$ — 13^{h} und $18^{\text{h}} 45'$ — $19^{\text{h}} 45'$, im Erlenbecken: um 7^{h} , 13^{h} und $19^{\text{h}} 20'$; Abweichungen von den

angeführten Zeitpunkten kamen nur selten vor. Manchmal habe ich mehrere (z. B. 4) Messungen im Laufe eines Tages vorgenommen. Mehr als zweimal täglich wurde die Wassertemperatur gemessen: im Lynceusbecken im Mai 6-mal, im Juni 8-mal, im Juli 8-mal, im August 5-mal, im September 4-mal; im Erlensbecken: im Mai 6-mal, im Juni 8-mal, immer in ungefähr gleichmässigen Zeitabschnitten. Fünfmal erstreckten sich die Messungen auf einen vollganzen Tag (24 Stunden), in je drei- bis vierstündigen Zeitabschnitten. Die Messungen wurden an der tiefsten Stelle der Wasserbecken durchgeführt, zu welcher man über eine eigens zu diesem Zwecke hingelegte Bretter gelangen konnte. Ausserdem wurde die Temperatur des Wassers noch am Ufer, inmitten der Wasserpflanzen, mit einem gewöhnlichen Thermometer bestimmt und in der Zeit vom 29.V—20.VI auch an einer 30 cm tiefen Stelle des Wasserbeckens. Das Resultat der Temperaturmessungen (der Mehrzahl derselben) in beiden Wasserbecken ist in den beigefügten Tabellen 3 und 11 verzeichnet.

Die Temperaturverhältnisse im Lynceusbecken.

Auf Grund der Messungsergebnisse am Morgen ($6^{\text{h}}45'$ — 7^{h}) waren wir in der Lage die monatlichen Morgenmitteltemperaturen zu bestimmen (siehe Tabelle 4¹). Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, sind die monatlichen Mittelwerte der Morgentemperatur im Wasser während aller fünf Monate höher als die

¹) Die monatlichen Mitteltemperaturen der Luft wurden aus dem Beobachtungsmaterial auf Grund täglicher, dreimaliger Messungen der Hydrobiologischen Station berechnet. Sie entsprechen daher mehr den wirklichen Verhältnissen, als die mittleren monatlichen Wassertemperaturen, da ich über kein so reichliches Material verfügte. Dasselbe bezieht sich auf alle hier angegebenen Mittelwerte der Wasser- und Lufttemperaturen.

^{*)} Fussnote zur S. 91. Die Sonnenscheindauer ist infolge der technischen Schwierigkeiten wahrscheinlich nicht immer mit aller Exaktheit angegeben. So darf man z. B. behaupten, dass den 23.IV die Sonne mit kurzen Pausen schien, die in der Summe eine sonnenscheinlose Stunde ausmachten. Den 29.IV dürfte dagegen die Sonne ausserhalb der Zeit 9^{h} — 16^{h} noch eine Stunde scheinen, indem sich auf diese Stunde mehrere kurze Momente des Sonnenscheins zusammensetzen konnten.

T A B. 3 (Fortsetzung)

Datum	14.V			18.V			22.V			27.V	28.V	29.V		
Zeit des Sonnenscheins Summe der Sonnen- scheinstunden	6h — 17h 30'			6h 30' — 13h			1/2			6h — 17h	6h — 18h	6h — 18h		
	10			5						10 1/4	11	10 1/2		
Stunde	6h 45'	12h 15'	19h	6h 45'	11h 15'	15h 20'	18h 45'	23h 15'	6h 45'	12h 45'	19h 40'	6h 40'	12h 40'	19h 30'
Wind	NW2	0	0	0	ESE7	ESE9	SE9	E3	ESE9	0	0	0	W2	0
Lufttemp.	11.0	17.8	14.6	12.7	23.6	23.4	20.2	16.0	16.8	19.0	15.5	27.0	27.5	22.5
Uferwassertemperatur	14.9	20.8	18.5	18.6	22.9	20.4	20.4	18.9	21.8	18.8	30.2	29.7	23.4	25.5
0	14.0	19.2	19.5	19.2	18.3	22.8	21.2	19.5	19.3	21.1	19.7	29.3	23	28
5	"	"	"	"	"	"	"	19.3	"	"	"	28.1		
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"			
15	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"			
20	"	19.0	19.2	18.2	21.1					21.0	19.8	25.8	22.8	25.4
Tiefe	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"			
in 30	"	17.1	17.9		20.1	21.3								
cm	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"			
35	"	"	17.5	17.4	18	19.6	21.0	"	"	19.9	"	22.6	22.5	23.8
40	13.9	"	17.2					"	"	"	"			
45	"	"						"	"	"	"			
50	"	"						"	"	"	"			
55	"	"						"	"	"	"			
60	13.8	16.5	16.8	17.9	19.3	20.1	19.8	19.2	19.8	19.5	22.4	23.4	22.4	23.6

T A B. 3 (Fortsetzung)

Datum		27.VI		30.VI						1.VII			4.VII			
Zeit des Sonnenscheins Summe der Sonnenscheinstunden		5h 30'—18h		7h 30'—16h						5h 30'—18h			0			
		12 ¹ / ₂		10						9 ³ / ₄			0			
Stunde	6h 40'	13h	19h 40'	6h 40'	10h	12h 45'	15h 45'	18h 45'	22h	0h 50'	4h 30'	6h 40'	18h	6h 40'	12h 40'	19h 45'
Wind	0	SW 3	0	NW 3		W 5			NW 1			W 2	W 5	0	0	0
Lufttemp.	14.2	21.2	14.5	14.4	17.0	19.0	18.2	15.4	8.8	8.6	9.8	12.7	16.8	15.0	22.0	19.0
Uferwassertemperatur	15.5	23.4	18.8	17.2	23.2	25.4	23.2	19.2	17.6	15.7	14.8	15.4		16.4	21.8	19.4
0	15.2	23.3	20.4	18.2	20.6	22.8	23.2	22.0	19.7	18.4	16.4	16.4	20.2	17.2	20.8	20.6
5																
10		22.3													20.1	"
15															"	"
20		19.8													19.3	"
25															"	"
30		19.2		18.4	19.7	21.5	22.8	22.2	20.1	18.7	16.9	16.5			"	20.2
35	15.0		20.0												"	19.7
40	18.5														18.8	

T A B. 3 (Fortsetzung)

Datum	7.VII		10.VII			14.VII			17.VII			20.VII			
Zeit des Sonnenscheins	5h — 18h		5h 30' — 18h			8h 30' — 12h			5h 30' — 18h			8h — 17h			
Summe der Sonnenstunden	6 1/2		6 1/2			2 3/4			4			5 1/2			
Stunde	6h 45'	13h	6h 45'	12h 40'	19h 45'	6h 45'	9h 20'	12h 40'	19h 45'	6h 40'	12h 45'	20h	6h 45'	12h 45'	19h 45'
Wind	0	0	SW 3	S 3	SE 1	E 1	SE 7	SE 1	SE 1	SW 3	SW 5	0	SW 1	SE 3	E 1
Lufttemp.	21.2	27.8	17.0	18.0	15.7	16.1	21.8	22.6	18.2	16.1	17.2	14.0	16.0	22.0	16.8
Uferwassertemperatur	20.2	25.1	16.4	18.4	17	17.2	21.2	23.1	19.0	17.4	20.6	16.6	16.0	24.0	19.4
0	20.2	24.8	17.0	17.8	17.6	18.0	20.2	22.0	20.1	17.0	19.4	18.6	16.4	21.6	20.0
5			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Tiefe 10			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
in 15			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	20.9	20.9
cm 20		22.6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	19.9
25			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
30	19.8	22.1	"	"	17.8	18.1	19.5	19.8	20.2	"	"	18.8	"	19.4	20.1

T A B. 3 (Fortsetzung)

Datum	24.VII							25.VII			27.VII			31.VII		
	6h — 18h 12 ¹ / ₄							5h 30' — 16h 10 ¹ / ₂			11h — 17h 5 ¹ / ₂			0		
Zeit der Sonnenscheinsumme der Sonnenscheinstunden	6h 45'	10h	13h	16h	19h	22h	0h 45'	4h	7h *)	13h *)	6h 45'	12h 45'	18h 20'	6h 50'	12h 40'	19h
Stunde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	W 1	W 3	0	NW 3	N 5	N 5
Wind	16.0	22.3	24.0	22.3	18.5	13.2	12.6	12.1	17.0	23.8	18.5	24.0	23.0	14.4	19.2	16.6
Lufttemp.	15.2	21.8	27.0	25.8	19.2	18.6	17.2	14.7	17.2	25.4	19.4	25.8	22.6	15.6	20.4	17.4
Uferwassertemperatur	0	14.7	19.3	22.4	23.1	19.4	18.2	16.5	16.8	22.4	19.8	23.2	23.6	15.8	19.1	18.3
Tiefe	5		21.3				"									
in	10	17.2	20.9				"									
15	15	20.2	20.2				"									
20	20	19.6	19.6				"									
25	25	17.0	19.4	21.3	20.9	19.6	"	16.8	16.6	19.8	19.9	22.0	23.5	16.1	18.8	18.4
30	30	14.6	17.0	19.4	21.3	20.9	19.6	16.8	16.6	19.8	19.9	22.0	23.5	16.1	18.8	18.4

*) Das Wasser wurde durch das Federvieh (Gänse, Enten) getrübt.

T A B. 3 (Fortsetzung).

Datum	3.VIII		4.VIII		10.VIII		14.VIII			17.VIII			22.VIII		
Zeit des Sonnenscheins	5 ^h 30' — 18 ^h		6 ^h — 18 ^h		12 ^h — 18 ^h		12 ^h — 16 ^h			8 ^h — 14 ^h			0		
Summe der Sonnenscheinstunden	12 ¹ / ₄		12 ¹ / ₄		21 ¹ / ₂		1 ¹ / ₄			5 ¹ / ₄			0		
Stunde	15 ^h 30'	19 ^h 30'	6 ^h 45'	12 ^h 40'	19 ^h 30'	7 ^h	12 ^h 45'	17 ^h	19 ^h	7 ^h	13 ^h	19 ^h	7 ^h	13 ^h	19 ^h 30'
Wind	0	0	0	0	0	NW 3	SW 3	W 1	SW 2	0	S 1	0	N 5	W 5	S 5
Lufttemp.	28.2	20.0	19.8	27.7	20.4	16.0	20.6	16.4	11.6	10.1	13.7	11.6	13.2	11.4	13.0
Uferwassertemperatur		21.2	20.0	30.6	22.5	17.3	22.8	17.3	13.6	9.7	15.5	13.6	16.2	14.6	13.4
Tiefe	0	27.4	19.4	27.1	24.5	18.2	21.8	19.3	15.6	10.0	17.2	15.4	13.6	18.9	14.8
in															
10															
15		27.2	19.0	25.2							17.4	15.6		22.8	18.8

T A B. 3 (Fortsetzung).

Datum	1.IX		11.IX		17.IX		29.IX		2.X		13.X							
	6h — 18h		7h — 17h		0		7h 30' — 16h		8h — 16h 30'		9h — 16h							
Zeit des Sonnenscheins	9		9 ³ / ₄		0		7 ³ / ₄		8 ¹ / ₂		7							
Summe der Sonnenscheinstunden																		
Stunde	6h 40'	13h 40'	20h	7h	14h	18h	6h 40'	12h 40'	18h	**)	6h 40'	12h 40'	17h					
Wind	0	S 2	0	W 3	SW 5	0?	SW 7	SW 5	0?	0	0	0	SE 2	0?				
Lufttemp.	8.0	20.2	13.4	8.6	15.6	12.5	13.0	15.6	12.5	1.0	9.3	6.7	1.0	11.6	9.7	7.6	14.8	10.3
Uferwassertemperatur	9.4	21.0	15.4	6.7	17.6	13.0	12.6	16.0	13.0	0.8	14.0	7.8	0.4	14.5	10.0			
Tiefe	0	11.8	19.8	17.8	7.5	17.2	14.0	12.8	14.0	1.2	11.4	9.6	0.8	12.2	10.3	7.7	16.0	12.9
in	5									3.6	11.0	"	3.8	11.9	10.4			
cm	10																	
	15	11.6	18.6						14.2	12.7								

**) Das Becken war mit einem dünnen Eis bedeckt.

entsprechenden Lufttemperaturen. In nur 9 von insgesamt 37 Fällen war die Lufttemperatur am Morgen höher als die Wassertemperatur, und auch da durchschnittlich nur um 1°C. Es scheint somit, dass die Temperatur des Wassers in der Nacht nicht bis zur minimalen Tagestemperatur der Luft herabsinkt (welche normal viel niedriger, als die Lufttemperatur um 7^h ist),

T A B. 4.

Mittlere monatliche Morgentemperatur (6^h 45'—7^h)
der Luft und des Wassers im Lynceusbecken.

Monate	Mittlere Lufttemperatur	Mittlere Temperatur der Oberfläche	Differenz zwischen der Wasseroberfläche- und Lufttemperatur	Mittlere T-r der Bodenzone des Wassers	Tiefe in cm	Die Zahl der Wassertemperaturmessungen
V	13.6	16.5	2.9	16.2	78-55	7
VI	13.0	16.9	3.9	16.8	55-30	7
VII	15.7	17.5	1.8	17.5	30-20	10
VIII	14.4	15.3	0.9	15.3	20-10	5
IX	8.1	8.9	0.8	8.8	13-6	4
V-VIII	14.2	16.5	2.3	16.5		
V-IX	13.0	15.0	2.0	14.9		

sondern dass sie in der Nacht höher als die Lufttemperatur ist. Dieser Umstand wurde auf die sehr grosse Konstanz der Wassertemperatur im Vergleich mit der Lufttemperatur, sogar in so einem seichten Gewässer, wie im Lynceusbecken, hindeuten. Dass dem so ist, kann man sich überzeugen, wenn man alle jene Fälle ausser Acht lässt, wo vor den Messungen die Sonne, wenn auch nur für kurze Zeit schien. Auf insgesamt 24 Fälle, die darauf zur Verfügung zurückbleiben, war in 20 Fällen die Temperatur an der Oberfläche des Beckens höher, als die Lufttemperatur, in zwei Fällen waren beide Temperaturen gleich und nur in zwei Fällen war die Wassertemperatur niedriger, als die Lufttemperatur (die Messungen wurden in

derselben Zeit vorgenommen). Bei Berücksichtigung aller 24 Fälle beträgt die mittlere Morgentemperatur an der Oberfläche des Beckens 14.6° , wogegen diejenige der Luft in derselben Zeit 12.6° beträgt, d. h. durchschnittlich um 2° niedriger ist.

Interessant ist ein Vergleich der Morgentemperatur des Wassers mit der mittleren Lufttemperatur des vorangegangenen Tages¹⁾. Es zeigt sich, dass beide Temperaturen annähernd gleich gross sind. In 19 Fällen war die Morgentemperatur des Wassers höher, als die mittlere Lufttemperatur des vorangegangenen Tages, und nur in 5 Fällen niedriger. Die mittlere Lufttemperatur des Tages, aus den 24 oben erwähnten Messungen berechnet, beträgt 13.5° , ist somit um 1° niedriger, als die entsprechende mittlere Morgentemperatur des Wassers. Beizufügen ist, dass in jedem einzelnen Falle die Morgentemperatur des Wassers stets niedriger, als das Maximum und stets höher als das Minimum der Lufttemperatur des vorangegangenen Tages war.

Der Umstand somit, dass in den Morgenstunden die Wassertemperatur gewöhnlich höher als die Temperatur der umgebenden Lufthülle ist, ist als Ausdruck einer grösseren Konstanz der Wassertemperatur des Lynceusbeckens zu betrachten sowie als Resultat einer stärkeren Erwärmung des Wassers hauptsächlich in den Nachmittagsstunden des vorangegangenen Tages, welche in starkem Masse unter der Einwirkung der direkten Sonnenbelichtung erfolgt.

Die höchste beobachtete Wassertemperatur wurde in der Mehrzahl der Fälle am Nachmittag zwischen 13^h — 14^h beobachtet. Selbstverständlich kann bei einer dreimaligen Messung während eines Tages nicht immer in jedem Einzelfalle das Maximum getroffen werden.

Auf insgesamt 39 Messungen am Nachmittag waren in 23 Fällen die festgestellten Maxima der Wassertemperatur höher, als die Temperatur der Luft in derselben Zeit. Die durchschnitt-

1) Dieselbe wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\frac{t^{\circ} 7^h + t^{\circ} \text{max.} + t^{\circ} 21^h + t^{\circ} \text{min.} + t^{\circ} 7^h}{5}$$

liche maximale Oberflächentemperatur beträgt von Mai bis September 21.4° , während sie in demselben Zeitraum für die Luft nur 19.6° beträgt.

In der Tabelle 5 sind die monatlichen Mittelwerte der festgestellten Wassertemperaturmaxima im Lynceusbecken und die Luftmaxima (laut Maximum-Minimum-Thermometer) zusammengestellt. Wie aus dieser Zusammenstellung zu ersehen ist, sind im allgemeinen die Mittelwerte aus der festgestellten Wassertemperaturmaxima an der Oberfläche des Wassers etwas höher, als die Mittelwerte aus den Luftmaxima. Die Temperatur der tiefsten Wasserschichten ist nur um ein kleinwenig niedri-

T A B. 5.

Monatliche Mittelwerte der festgestellten Wassertemperaturmaxima im Lynceusbecken und die Luftmaxima.

Monate	Mittlere Maximaltemperatur der Luft	Die Mittelwerte der festgestellten T-r-Maxima der Wasseroberfläche	Differenz zwischen den maximalen Luft- und Wassertemperaturen	T-r der Bodenzone des Wassers	Tiefe in cm	Zahl der Wassertemperaturmessungen
V	21.0	22.3	1.3	19.3	78-55	10
VI	19.2	20.0	0.8	18.4	55-30	8
VII	22.6	21.5	1.1	20.1	30-20	9
VIII	21.1	21.6	0.5	21.3	20-10	7
V-VIII	20.8	21.4	0.6	19.8		

ger als die Mitteltemperatur der Luft, den Monat August ausgenommen, wo das Wasserbecken schon sehr seicht war. Die tatsächlichen Maxima im Wasser dürften noch höher im Vergleich zu der Lufttemperatur ausfallen, und zwar aus dem Grunde insbesondere, dass sie zu noch späterer Stunde aufzutreten scheinen, wo keine systematischen Messungen vorgenommen wurden.

Die höchste beobachtete Temperatur der Wasseroberfläche (am Ende des Brettes) betrug 29.3° (am 28.V).

In 16 von den erwähnten Fällen, wo die Wassertemperatur an der Oberfläche höher, als das Luftmaximum war, schien die Sonne bei schwachem Winde ziemlich lange, durchschnittlich ca. 7 Stunden täglich.

Die Temperatur des Wassers am Abend übersteigt—wie im voraus zu erwarten war—die Lufttemperatur in einem noch stärkeren Masse, als am Morgen und am Mittag (vgl. Fig. 5 und Tab. 6). Einige Beobachtungen zu einer noch späteren Stunde

T A B. 6.

Mittlere monatliche Abendtemperaturen (18^h 45'—19^h 45') der Luft und des Wassers im Lynceusbecken.

Monate	Mittlere Lufttemp.	Mittlere T-r der Oberfläche	Differenz zwischen der Wasseroberfläche- und Lufttemperatur	Mittlere T-r der Bodenzone des Wassers	Tiefe in cm	Zahl der Wassertemperaturmessungen
V	15.8	19.8	4.0	18.4	78-55	8
VI	13.2	19.1	5.9	18.3	55-30	7
VII	16.8	20.0	3.2	19.9	30-20	8
VIII	15.6	18.8	3.2	18.8	20-10	6
V VIII	15.3	19.2	3.9	18.7		

(22^h, 23^h) beweisen, dass die Differenz zwischen der Temperatur des Wassers und derjenigen der Luft manchmal um diese Zeit noch weiter wächst (vgl. Tab. 3: 1.V, 18.V, 30.VI).

Aus der obigen Darstellungen der Morgen-, Mittag- und

Fig. 5. Abendtemperaturverlauf (18^h 45'—19^h 45') der Oberfläche und des Uferwassers im Lynceusbecken. — — — Temperatur der Wasseroberfläche. Uferwassertemperatur. — — — — — Lufttemperatur.

Fig. 6. Verlauf der mittleren volltäglichen Temperaturen der Wasseroberfläche im Lynceus- und Erlenbecken. — — — — — Wassertemperatur im Lynceusbecken. Wassertemperatur im Erlenbecken. — — — — — Verlauf der mittleren volltäglichen Lufttemperaturen.

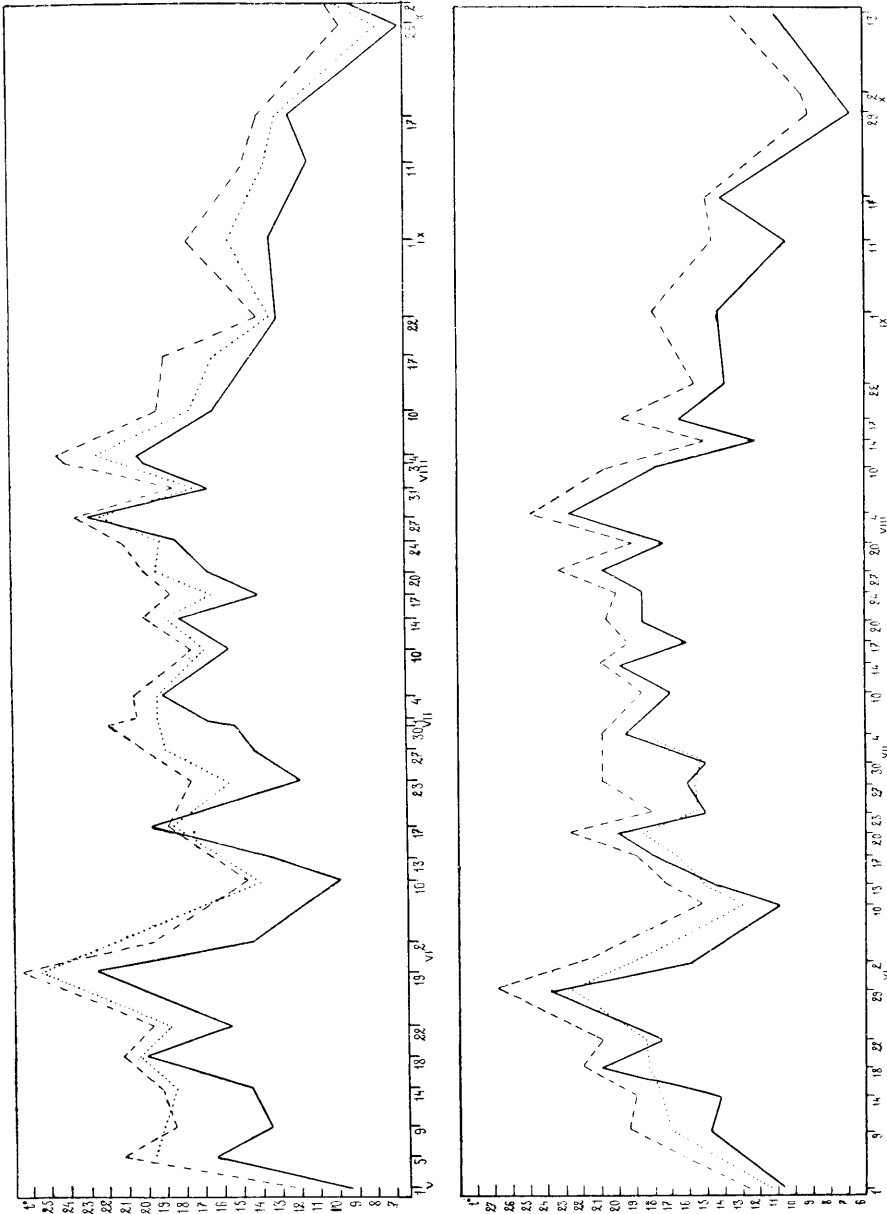


Fig. 5 und 6.

Abendtemperaturen folgt notwendigerweise, dass auch die mittlere Tagestemperatur des Wassers höher, als diejenige der Luft sein muss. Eine Zusammenstellung beider Temperaturen enthält Fig. 6.

Die mittlere Tagestemperatur der Luft wurde nach der Formel $\frac{a+b+2c}{3}$ berechnet, wo $a=t^0 7h$, $b=t^0 13h$, $c=t^0 21h$; auf dieselbe Weise wurde die Temperatur für das Wasser ermittelt. Diese Formel wird u. a. an den meteorologischen Stationen Polens angewandt.

T A B. 7.

Mittlere monatliche Tagestemperatur der Luft und des Wassers im Lynceusbecken.

Monate	Mittlere Lufttemp.	Mittlere T-r der Oberfläche	Differenz zwischen der Wasseroberfläche- und Lufttemperatur	Mittlere T-r der Bodenzone des Wassers	Tiefe in cm	Zahl der Wassertemperaturmessungen
V	15.8	19.1	3.3	18.0	78-55	6
VI	14.2	18.4	4.2	17.7	55-30	8
VII	17.5	19.3	1.8	19.0	30-20	8
VIII	16.3	17.9	1.6	17.7	15-10	6
IX	9.7	13.0	3.3	13.0	10 - 5	4
V-IX	14.7	17.6	2.9	17.1		

J. MURRAY (1911), welcher zur Ermittlung der mittleren Wassertemperatur nur die ihm in grösserer Zahl zur Verfügung stehenden Morgentemperaturen berücksichtigte, erhielt höhere Werte für die mittleren Monatstemperaturen des Wassers im Vergleiche mit der Luft. Dieses Resultat schien ihm aber als unnatürlich und er erklärte es mit der Nichtberücksichtigung anderer als nur der Morgentemperaturen. Hätte der Autor seine Berechnungen auf Grund dreimaliger täglicher Messungen, wie ich es getan habe, durchgeführt, dann wäre doch die Differenz zwischen der Wasser- und der Lufttemperatur in den Wasserbecken in der Gegend von Glasgow noch höher ausgefallen.

Anschliessend an Tab. 7 möchte ich die Aufmerksamkeit auf die Angaben STIRNIMANN'S (1926) lenken, welche die mittleren Juli-Temperaturen in kleinen, hoch über dem Meeresspiegel gelegenen, periodischen bzw. permanenten Wasserbecken betreffen. STIRNIMANN erhielt sehr verschiedene Werte, wie: 18° , $19-20^{\circ}$, $23^{\circ}-24^{\circ}$, $25^{\circ}-26^{\circ}$ (15° —in einem Wasserbecken von 3 m Tiefe). Doch erwähnt der Autor nicht, was für ein Material er benutzt hat, was um so mehr auffällt, dass er im Terrain vom 16 Juli an gearbeitet hat (vgl. S. 234).

Da mir über Maxima und Minima der Wassertemperatur kein genügendes Material zur Verfügung steht, ist es hier nicht möglich näher die Frage zu erörtern, wie gross die Tagesschwankungen der Temperatur des Wassers im Vergleich zu derjenigen der Luft sind. Was die Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten beobachteten Temperatur an der Oberfläche des Wassers innerhalb eines Tages anbelangt, so betrug sie in einem Falle 9.3° , in fünf Fällen 6° bis 8° , in zwölf Fällen 3° bis 6° und in neun Fällen 0.8° bis 3° (insgesamt 27 Beobachtungsfälle¹). In der Bodenzone des Wassers ist die Tagesamplitude der Temperatur bedeutend kleiner (vgl. Tab. 3).

Die mittlere Schwankungsamplitude beträgt für die Zeit ab Mai bis September pro Tag an der Oberfläche 4.3° und in der Bodenzone des Wassers 3.3° . In der Wirklichkeit dürften die Schwankungen etwas grösser sein. WEIMANN (1933, Fig. 17), welcher ein Minimum-Maximum-Thermometer benutzt hat, beobachtete die maximale tägliche Schwankungsamplitude der Oberflächentemperatur bis 10° C, SEDLMEYER konnte dagegen nur eine solche von 1.7° C feststellen.

Genaueren Aufschluss über diese Verhältnisse dürften wir aus denjenigen Messungen gewinnen, welche während eines vollganzen Tages in je drei bis vierstündigen Zeitabschnitten vorgenommen wurden (vgl. Fig. 7, 8 und 9). Die beobachteten Maxima und Minima des Wassers dürften den tatsächlichen Verhältnissen ziemlich genau entsprechen. Es stellte sich heraus, dass am Tage vom 1 auf den 2 Mai die maximale Differenz

¹) Vgl. die Angaben L e v a n d e r 's (1900).

der Oberflächentemperaturen 2.5° betrug, am Tage vom 30.VI auf den 1.VII— 6.8° und am Tage vom 24 auf den 25.VII— 8.4° . Die Tagesschwankungen der Wassertemperatur verlaufen parallel zu Sonnenscheindauer. An sonnigen Tagen ist Amplitude der Wassertemperaturen grösser, was besonders in den extremen Fällen klar auftritt, wo die Sonnenscheindauer wenigstens 10 bzw. nicht mehr als 2 Stunden beträgt. Am 1 Mai z. B. betrug die Sonnenscheindauer $3\frac{1}{2}$, am 30.VI—10 und am 24.VII— $12\frac{1}{4}$ Stunden (vgl. oben).

Die Amplitude der Tagesschwankungen hängt von verschiedenen Eigenschaften des Wasserbeckens ab, von welchen u. a. die Tiefe desselben und seine Lage im Terrain eine grosse Rolle spielen.

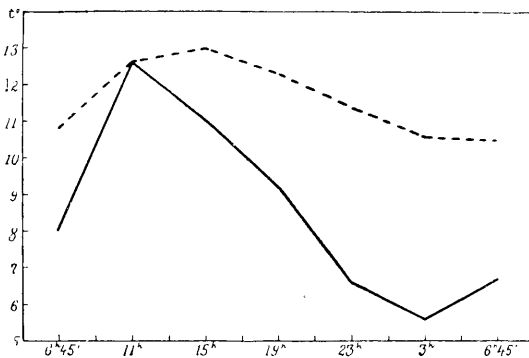


Fig. 7. Temperaturverlauf der Oberfläche des Lynceusbeckens (---) sowie der Luft (—) während 24 Stunden (1—2.V).

Die grosse Amplitude der Tagesschwankungen und die Raschheit, mit welcher die Temperaturen in den von SPANDL (op. cit.) und STIRNIMANN (op. cit., p. 237) beobachteten Wasserbecken sich ändert, sind nur in der Weise zu erklären, dass diese Wasserbecken einen anderen Charakter aufweisen, als das Lynceusbecken. Ich verweise insbesondere darauf, dass die Lage der Wasserbecken STIRNIMANN'S (und auch SPANDL'S) im Terrain eine andere war und, dass STIRNIMANN mit moorigen Wasserbecken zu tun hatte (vgl. op. cit., p. 237).

Infolge Raummangels ist es mir nicht möglich hier alle in

Tab. 3 dargestellten Temperaturen in ihrer Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen zu verfolgen. Einige Worte möchte ich nur den Fig. 7, 8 und 9 widmen.

Fig. 7 zeigt den Verlauf der Temperatur¹⁾ vom 1.V auf den 2.V. Die Temperatur der Bodenzone des Wassers ist hier

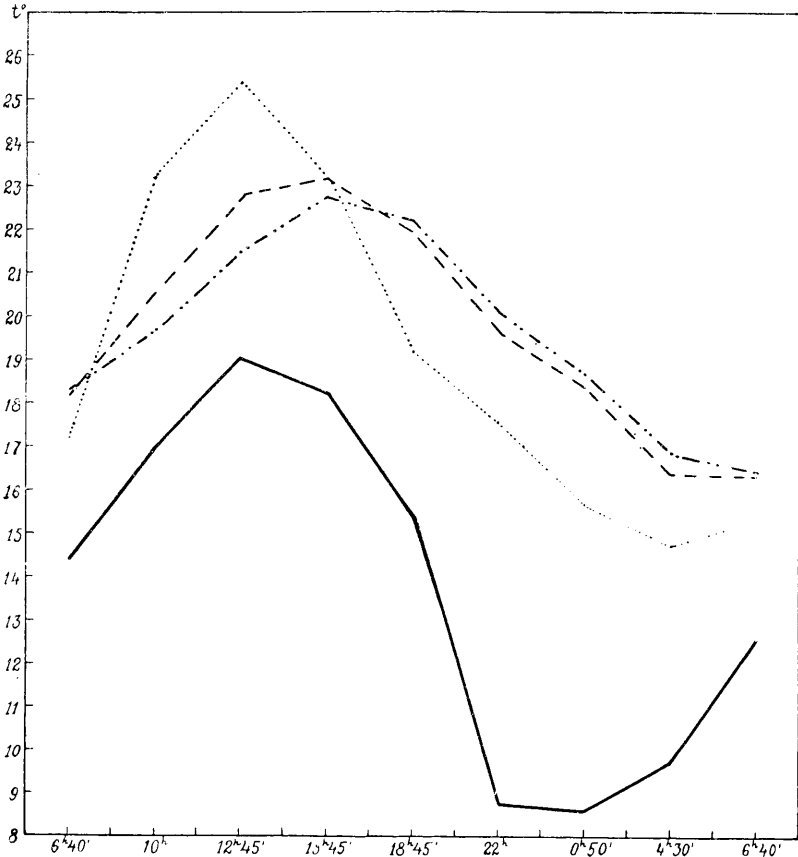


Fig. 8. Temperaturverlauf des Wassers in Lynceusbecken sowie der Luft während 24 Stunden. (30.VI—1.VII). — Lufttemperatur. --- Temperatur der Wasseroberfläche. -.-.- Wassertemperatur in der 30 cm Tiefe. Uferwassertemperatur.

¹⁾ Die Grösse der täglichen Temperaturschwankungen dürfte künftighin bei der Charakterisierung der kleinen Wasserbecken u. a. thermischen Merkmalen ebenfalls mitgerechnet werden und zwar hauptsächlich mit Rücksicht auf ihre Einwirkung auf die Organismenwelt der Wasserbecken.

nicht eingezeichnet, weil sie der Temperatur der Wasseroberfläche annähernd gleich ist. Die Temperatur der Wasseroberfläche ist während der ganzen Zeit (24 Stunden) höher, als die Lufttemperatur (mit einer einzigen Ausnahme um 11^h); die grösste Differenz zwischen der Wasser- und der Lufttemperatur fällt auf die Nachtstunden (22^h — 3^h), woraus zu schliessen ist, dass die Minima der Wassertemperatur stets beträchtlich höher sind, als die Minima der Lufttemperatur. Darauf wiesen schon die Beobachtungen über die Morgentemperaturen hin (vgl. oben) und diese Annahme wird ebenfalls durch die übrigen 4 Diagramme des täglichen Temperaturanges (Fig. 8, 9, 12 und 13) bestätigt.

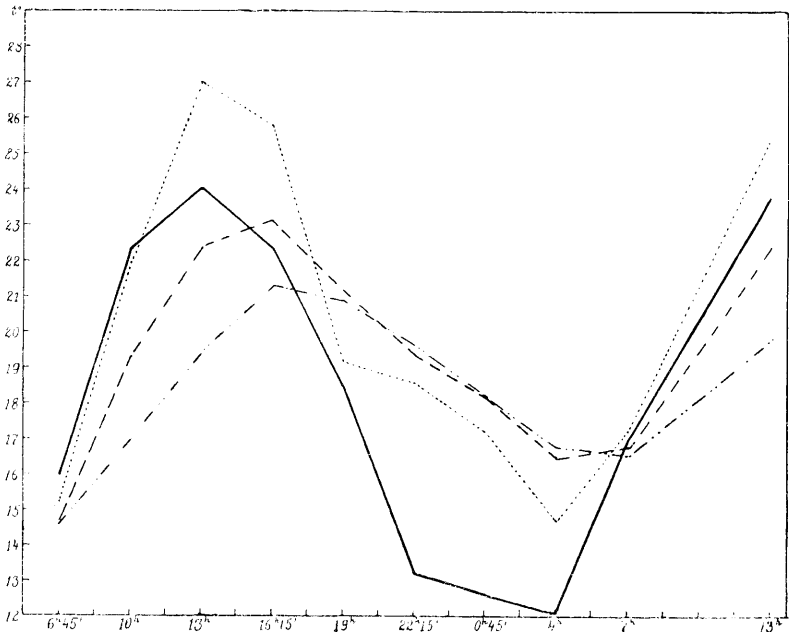


Fig. 9. Temperaturverlauf des Wassers im Lynceusbecken sowie der Luft während 24 Stunden (24—25.VII). Die Bezeichnungen wie bei Fig. 8.

Die Diagramme vom 30.VI und 24.VII zeigen das charakteristische Bild einer gewissen „Verspätung“ im Verlaufe der Wassertemperatur gegenüber der Lufttemperatur (Fig. 8 und 9). Am 30.VI ist die Temperatur des Wassers stets höher, als die Lufttemperatur. Anders am 24. Juli. In den vorangegangenen

Tagen herrschten folgende Verhältnisse: am 29.VI: Sonnenscheindauer—8 Stunden, Maximallufttemperatur—23.8⁰, Minimallufttemperatur—11.2⁰; am 23.VII: Sonnenscheindauer—1³/₄ Stunden, Maximaltemperatur—19.4⁰, Minimaltemperatur—9⁰. Am 30.VI bzw. am 24.VII dagegen, an denen die Messungen unternommen wurden schien die Sonne durch 10 Stunden (30.VI) bzw. sogar durch 12¹/₄ Stunden (24.VII). Ein Vergleich beider Diagramme (8 und 9) zeigt ganz deutlich die thermische „Konstanz“ des Wassers im Lynceusbecken trotz seiner unbeträchtlichen Tiefe. Oft lässt sich überhaupt die Wassertemperatur ohne Kenntnis der meteorologischen Bedingungen des vorangegangenen Tages und der vorangegangenen Nacht nicht erklären. Darauf deuten u. a. schon die Morgentemperaturen hin, welche ja auf den weiteren Verlauf der Wassertemperatur im Laufe des Tages nicht ohne Einfluss sind (vgl. Fig. 8 und 9). Manchmal dürfte sogar eine Erklärung für die Temperatur des Wassers in den meteorologischen Bedingungen von vorgestern zu suchen sein. So ist z. B. die hohe Temperatur des Wassers am Morgen (6^h 45') des 1 Mai schwerlich zu verstehen, wenn wir zu deren Erklärung nur die meteorologischen Bedingungen des vorangegangenen Tages heranziehen (Maximaltemperatur 11.1⁰, Minimaltemperatur 3.6⁰, mittlere Tagestemperatur 8.3⁰; Winde: 9^h—0, 13^h—NE3, 21^h—W3 und keine Sonne). Vielmehr dürfte da der 29 April ausschlaggebend sein, an welchem Tage die Maximaltemperatur 16⁰, die Minimaltemperatur 8.3⁰, die mittlere Tagestemperatur—10.7⁰, die Sonnenscheindauer—6 Stunden beträgt und fast keine Winde wehen. Nach 4 Stunden 15 Minuten (Fig. 7) kommt es zu einer Ausglei chung der Wasser- und Lufttemperatur, im 15^h Nachmittag, nach einer dreistündigen Sonnenscheindauer, ist die Temperatur des Wassers höher als die Temperatur der Luft. Am 30.VI (Fig. 8) ist die Morgentemperatur an der Oberfläche höher, als die Temperatur der Luft, am vorangegangenen Tage betrug die Maximaltemperatur der Luft 23.8⁰, die Minimaltemperatur—19.2⁰, die Sonnenscheindauer—8 Stunden.

Die obigen Beobachtungen über den täglichen Verlauf der Temperatur berechtigen uns zur Annahme, dass die Maxima in kleinen Wasserbecken gewöhnlich die Luftmaxima übertreffen.

Über den Verlauf der Temperatur im Laufe eines beinahe

vollganzen Tages finden wir Angaben bei WORONKOW und KORSUNSKIJ (1910). Sie beziehen sich auf einen ganz kleinen Wasserbecken von 2.5 m Länge, 2 m Breite und 10 cm Maximaltiefe. Die Temperatur wurde an einem heissen, sonnigen Sommertage gemessen; ihr Verlauf lässt sich mit dem Verlauf der Uferwassertemperaturkurve im Lynceusbecken, von welchem noch die Rede sein wird, vergleichen. Die Amplitude der Wassertemperaturschwankung innerhalb eines Tages in diesem Wasserbecken war etwas grösser als die Amplitude der Lufttemperatur, die Maximaltemperatur des Wassers höher als die der Luft (vgl. Fig. 10). In dem angeführten Beispiele treten die

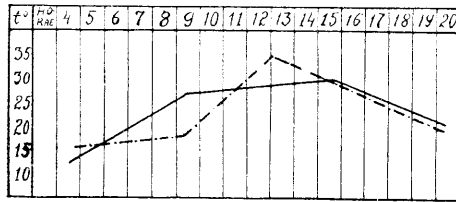


Fig. 10. Wassertemperaturverlauf in einem sehr seichtem Becken (---). Lufttemperatur ——. Nach Woronkow und Korsunskij verändert.

Verhältnisse ungemein stark auf, da die Amplitude der Temperaturschwankungen im Wasser 17° beträgt und die Maximaltemperatur des Wassers diejenige der Luft um 5° übertrifft. Selbstverständlich unterliegt ein derart kleines Wasserbecken stärker der Einwirkung der Umgebung, als selbst das Wasser am Ufer des Lynceusbeckens. Infolgedessen erreicht hier die Temperatur im Wasser ihr Maximum früher, als die Lufttemperatur, im Gegensatz zu meinen Beobachtungen am Lynceusbecken (vgl. oben). Im Lynceusbecken erreichen nur die Uferwassertemperaturen ihr Maximum gleichzeitig mit dem Maximum der Lufttemperatur (Fig. 8 und 9).

Einige Angaben über die Temperatur in kleinen Wasserbecken sind auch in der Arbeit von BOLDYREWA (1926) enthalten. Falls das Wasser von den Pflanzen unbeschattet bleibt, übertrifft seine Temperatur (meistens in einer Tiefe von 10—30 cm gemessen) die Temperatur der Luft. Auch bei LEVANDER (1900) sind die Wassertemperaturen stets höher als die Lufttemperaturen in derselben Zeit.

Die Angaben SPANDEL'S über den täglichen Temperaturgang des Wassers (Kurve C und D), welche ich schon früher erwähnt habe, weichen stark von meinen Beobachtungen im Lynceus- und Erlenbecken ab. Leider hat der Verfasser weder die Tiefe noch die Grösse, noch die Höhenlage des von ihm untersuchten Wasserbeckens bekanntgegeben. Auch wären die erwähnten Kurven viel interessanter, wenn ihnen gleichzeitig Kurven der Lufttemperatur beigefügt wären.

In der schon früher zitierten Arbeit von SEDLMAYER ist auf Tab. 1 eine Serie von Temperaturmessungen gegeben, welche einen vollganzen Tag umfassen (24—25.IX). Die Temperaturschwankungen im Wasser sind unbeträchtlich, was wohl mit der starken Bewölkung am 20—23.IX im Zusammenhang steht. Am 24 und 25.IX ist die Bewölkung schwächer, sie fällt jedoch aber hauptsächlich auf die Nachmittagsstunden. Trotzdem sinkt die Temperatur der Oberfläche am Abend und in der Nacht nur sehr wenig im Vergleich zu der Temperatur der Luft.

Bei der Sammlung des thermischen Tatsachenmaterials im Lynceusbecken habe ich von der Feststellung der Temperaturunterschiede an verschiedenen, voneinander entfernten Stellen abgesehen¹⁾. Ich habe, die tiefste Stelle ausgenommen, lediglich noch an einer 30 cm tiefen Stelle und am Ufer selbst die Temperatur bestimmt. Die ersterwähnte Stelle befindet sich ebenfalls neben dem Stegbrett in der Nähe der tiefsten Stelle aber mehr uferwärts (vgl. Fig. 1). Die Differenz zwischen der Temperatur an dieser Stelle und derjenigen an der tiefsten Stelle beträgt an der Oberfläche höchstens 0.3° . Oft nahm sie eine Mittelstellung zwischen der Temperatur der Oberfläche an der tiefsten Stelle und derjenigen beim Ufer ein. Noch kleinere Differenzen kommen zwischen der Temperaturen in der Tiefe von 30 cm im Vergleich zu Temperaturen in einer Tiefe von 45—55 cm vor. In einem Falle betrug sie freilich 0.5° . Ganz eigenartig und grundverschieden dagegen sind die Temperaturverhältnisse am Ufer, welche ich schon früher gelegentlich erwähnte und zu deren Erörterung ich im nächsten Abschnitt übergehe.

¹⁾ Diese Frage berührt G r e s e in seiner Arbeit aus dem J. 1929.

Die Temperatur am Ufer, an einigen ganz seichten Stellen gleich neben dem Ufer bestimmt, ist in Fig. 5, 8 und 9 dargestellt.

Am Morgen ist die Uferwassertemperatur durchschnittlich um 2.5⁰ höher, als die Lufttemperatur (Zahl der Beobachtungen: 20) und ist annähernd der mittleren Tagestemperatur an der Wasseroberfläche gleich, welche auf Grund von 20 um dieselbe Zeit durchgeführten Messungen bestimmt wurde. In dieser Rechnung wurden alle jenen Fälle, wo die Sonne während oder vor der Messung schien, ausser Acht gelassen. Die mittleren Morgentemperaturen am Ufer übertreffen ebenso die mittlere Temperatur der Luft am vorangegangenen Tage.

Nachstehende Zusammenstellung illustriert die starke Abhängigkeit der Morgentemperaturen am Ufer und ihre Beziehung zu der Temperatur an der Oberfläche sowie Luft vor der Einwirkung der Sonne. Falls die Sonne schon vor der Bestimmung der Temperatur schien (14 Fälle), war die Temperatur am Ufer in 8 Fällen höher, als die Temperatur an der Oberfläche und die Temperatur der Luft, in 4 Fällen—niedriger, als die Temperatur an der Oberfläche und in 5 Fällen—niedriger, als die Lufttemperatur¹⁾.

Falls die Sonne noch nicht einzuwirken begann (18 Fälle), war die Uferwassertemperatur am Morgen kaum 3-mal höher, als die Temperatur der Wasseroberfläche, in 14 Fällen dagegen niedriger (im Vergleich zu der Lufttemperatur dennoch in 13 Fällen höher).

Aus diesem Vergleich ergibt sich, dass die Uferwassertemperatur in der Nacht stärker, als die Oberflächentemperatur der Beckensmitte sinkt, doch nicht so stark wie die Lufttemperatur. Eine vollkommene Bestätigung dieser Tatsache bietet der Verlauf der Tagestemperatur (Fig. 8 und 9). Am Mittag ist die Uferwassertemperatur fast stets höher, als an der Wasseroberfläche; diese Tatsache kommt auch in den mittleren monatlichen Uferwassertemperaturen am Mittag zum Ausdruck. Sie beträgt

¹⁾ Hiezu ist zu bemerken, dass die Belichtung des Wassers kaum gleich in dem Momente beginnt, wo der Heliograph die Wirkung der Sonnenscheins zu notieren beginnt, da das Wasser eine gewisse Zeit noch durch die umgebenden Pflanzen und Bodenerhebungen beschattet wird.

im Mai 24.6^o, im Juni 20.9^o, im Juli 23.2^o, im August 21.2^o. Die niedrigere mittlere Temperatur im Juli (im Vergleich zur mittleren Temperatur in Mai) wird durch die grössere Beschattung der Uferregion durch die aufgeschossenen Gräser erklärt; der Juni war dagegen kühler, als der Mai (1931).

Die höchste Uferwassertemperatur wurde am 4.VIII festgestellt; sie betrug 30.6^o und bildet die höchste überhaupt beobachtete Temperatur im Lynceusbecken.

Am Abend ist die Uferwassertemperatur höher, als die Lufttemperatur, aber niedriger als die Wassertemperatur der Oberfläche der Beckensmitte (Fig. 5). Die Differenz zwischen der mittleren Temperatur im Uferwasser und derjenigen an der Oberfläche beträgt am 30.VI—1.VII und am 24.VII—25.VII 0.5^o. Im ersterwähnten Falle ist höher die Temperatur der Wasseroberfläche, im zweiten — beim Ufer.

Bemerkenswert ist der Unterschied in der Temperatur des Wassers, welcher an beschatteten und sonnenbelichteten, gleichzeitig gemessenen Stellen auftritt. Leider verfüge ich über sehr wenig Beobachtungen in dieser Hinsicht. In 8 Fällen war am Morgen die Differenz zwischen einer beschatteten und einer belichteten Stelle ziemlich beträchtlich, in einem Falle betrug sie sogar 4.4^o. Offen bleibt dagegen die Frage, wie gross diese Differenz am Nachmittag und am Abend ist; zu dieser Frage werde ich noch später zurückkehren.

In den seichten kleinen Wasserbecken, die ich untersucht habe, konnte ich stets eine bestimmte Temperaturschichtung feststellen. In der Literatur sind die Angaben über das Vorkommen einer thermischen Schichtung in seichten Gewässern äusserst knapp. Sie werden hauptsächlich in der neueren Literatur erwähnt, sind aber auch da — mit Ausnahme von den Arbeiten von SEDLMEYER und von WEIMANN — nur spärlich berücksichtigt und beschränken sich meistens auf die lakonische Feststellung der Tatsache.

In seichten Gewässern wurde die Temperaturschichtung u.a. von SCHOSTAKOWITSCH (1910) festgestellt; er fand eine Temperaturdifferenz von der Wasseroberfläche bis zu dem Grunde

(Tiefe 3.2 m) bis zu 8.4° und eine deutlich ausgebildete Sprungschicht. Im Jahre 1908 hatte GAVAZZI in dem Pliva-See (zit. nach HALBFASS, 1923) eine deutliche Temperaturschichtung von Oberfläche bis zu 1 m Tiefe festgestellt (die Temperatur wurde je 10 cm gemessen). Auch ALM (1926) konnte in seinem Studium über Seeufertemperaturen eine beträchtliche Differenz zwischen der Temperatur der Wasseroberfläche und in 10 cm Tiefe feststellen. Eine Temperaturschichtung in seichten Gewässern haben weiters festgestellt: MOSZYŃSKI und JAKUBISIAK (1931) sowie GRESE (1929); das Vorkommen einer thermischen Sprungschicht in einem 33 cm-tiefen Wasserbecken wurde in der deutschen Zusammenfassung der letzterwähnten Arbeit nicht erwähnt. Reichlichere Angaben über die Temperaturschichtung findet man bei SEDLMAYER (1931), DECKSBACH (1931), ZINOWJEW (1931) und WEIMANN (1933).

Es ist schon aus den bisherigen Angaben über die Temperatur des Lynceusbeckens zu ersehen, dass das häufige Auftreten einer Temperaturschichtung auf das allgemeine thermische Regime des Wasserbeckens nicht ohne Einfluss bleibt, was ja in dem verschiedenen Verlauf der Temperaturen der Bodenzone des Wassers und der Wasseroberfläche sich ausdrückt. Das Vorkommen einer mehr oder weniger scharf ausgeprägten direkten Temperaturschichtung im Lynceusbecken einerseits sowie einer Homothermie andererseits zwingt uns zu einigen kurzen Bemerkungen.

Es muss erstens erinnert werden, dass die Tiefe des Lynceusbeckens im Laufe der Zeit sich änderte. Die Homothermie kam bei jedem Tiefstand (d. h. von 78 bis 10 cm) vor. Ihr Auftreten ist in vielen Fällen von der Wirksamkeit starker, die Temperaturschichtung störender Windströmungen sowie von der Abkühlung der Lufttemperatur (welche Konvektionsströmungen verursacht) abhängig. Ebenso konnte bei jedem Tiefstand eine Temperaturschichtung festgestellt werden, wobei die Differenz zwischen der Temperatur der Wasseroberfläche und der Bodenzone des Wassers von 0.1° bis 2° betrug. Das Vorkommen einer Temperaturschichtung, welche sich in einer Differenz von 2° bis 6° ausdrückt, war dagegen nur bei einem Tiefstand von wenigstens 30 cm feststellbar. So wurden in der Zeit vom 29.IV bis zum 2.VI, während welcher der Tiefstand des Wasserbeckens

von 78 cm auf 50 cm sank, 38 Temperaturmessungen von der Oberfläche bis zur Bodenzone des Wassers vorgenommen und dabei wurde in 26 Fällen eine direkte Temperaturschichtung festgestellt. Die Durchschnittsdifferenz zwischen der Temperatur der Wasseroberfläche und derjenigen der Bodenzone des Wassers betrug in diesem Zeitraum

T A B. 8.

Auftreten der Homothermie im
Lynceusbecken in den Mittagstunden.

Datum	Sonnenscheindauer in Stunden	Insolationsdauer vor der Temperatur- messung	Windgeschwindig- keit in den Stunden: 9 ^h , 13 ^h und 21 ^h	Tiefe in cm
1.V	3 1/2	3	3-5-1	78
2.VI	1/2	0	0-17-3	50
10.VII	1 1/4	0	3-3-?	30
17.VII	4	?	3-5-0	30
10.VIII	2 1/2	+ 1/2	3-3-1	10
14.VIII	1 1/4	+ 1/2	0-1-2	10
22.VIII	0	0	5-5-2	10
17.IX	0	0	7-5-0	10

1.8⁰, die maximale Differenz—
6⁰. In der Zeit vom 6 Juni bis
zum 27 Juli, während welcher
der Tiefstand von 50 cm auf
20 cm fiel, wurden 60 Tempe-
raturmessungen durchgeführt
und in 36 Fällen eine direkte
Stratifikation festgestellt. Die
durchschnittliche Differenz
zwischen der Temperatur der
Wasseroberfläche und der Bo-
denzone des Wassers betrug
1.2⁰, die maximale—4.8⁰. Vom
31 Juli bis zum 17 September
wurden 33 Messungen vorge-
nommen, dabei in 13 Fällen
eine direkte Stratifikation fest-
gestellt; die durchschnittliche
Differenz der Temperatur be-
trug für diesen Zeitraum 0.4⁰,
die maximale Differenz—1.9⁰.

Noch stärker, als vom Tiefstand des Beckens, ist die Schärfe der Temperaturschichtung von den meteorologischen Bedingungen abhängig. Ich füge hier 2 Tabellen (Tab. 8 und 9) hinzu, welche das Auftreten der Homothermie und stark ausgeprägter direkter Stratifikation in den Mittagstunden illustrieren. Falls Homothermie auftrat, herrscht im allgemeinen starker Wind, die Insolationszeit dauerte sehr kurz und der Tiefstand des Wasserbeckens war meistens nicht gross. Geradezu umgekehrt waren die meteorologischen Bedingungen im Falle einer deutlichen, direkten Temperaturschichtung. Dagegen stossen wir bei dem Versuch, zwischen dem Auftreten einer direkten Stratifikation von einer Differenz von 0.1⁰ bis 3⁰ und den meteorologischen

Bedingungen des diesbezüglichen Tages einen Zusammenhang zu finden, manchmal auf gewisse Schwierigkeiten.

Wenden wir uns den Morgentemperaturen des Wassers, von der Oberfläche bis zum Grund.

Es muss festgestellt werden, dass in dieser Zeit in zahlreichen Fällen die direkte Insolation die Anordnung noch nicht zu beeinflussen vermag¹⁾.

T A B. 9.

Auftreten der direkten Temperaturschichtung (Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Bodenzone des Wassers 3⁰ bis 6⁰) im Lynceusbecken in den Mittagstunden.

Datum	T-rdifferenz zwischen der Wasseroberfläche und der Bodenzone des Wassers	Sonnenscheindauer in Stunden	Insolationsdauer vor der Temperaturmessung	Windgeschwindigkeit in den Stunden: 9 ^h , 13 ^h und 21 ^h ,	Tiefe in cm
5.V	3.8	11	6 ¹ / ₂	0-1-1	70
27.V	6.0	10 ¹ / ₄	6	0-0-0	50
28.V	5.9	11	7	0-0-0	50
29.V	4.4	10 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	0-2-0	50
20.VI	3.1	10 ³ / ₄	7	1-3-0	30
27.VI	4.8	12 ¹ / ₂	7 ¹ / ₂	0-3-0	30

Auf 13 Fälle von festgestellter Homothermie in den Morgenstunden war in 10 Fällen vor der Messung keine Insolation beobachtet worden. Ein Zusammenhang besteht ebenfalls zwischen Homothermie und Windstärke. Wo trotz Windmangel Homothermie auftrat, schien gleichzeitig auch die Sonne nicht (der Tiefstand des Wassers war in diesen Fällen nicht gross).

¹⁾ Wichtig dagegen ist ein anderer Faktor und zwar der Grad der Temperaturabnahme in der Nacht und die Anordnung der Temperatur von der Oberfläche bis zum Boden im Wasser am vorangegangenen Tage, insbesondere aber in den Abendstunden.

In drei Fällen, wo Homothermie auftrat, obwohl die Sonne schon vor der Temperaturmessung zu wirken begann, herrschte jedenfalls ein ziemlich starker Wind.

Manchmal kam trotz Insulationsmangel und Windanwesenheit schon in den Morgenstunden eine direkte Temperaturschichtung vor (z. B. am 9.V, 22.V, 17.VI u.s.w.). Allerdings betrug in diesen Fällen die Differenz zwischen der Wasseroberflächentemperatur und der Bodenzone des Wassers kaum 0.1° . Sonst aber ist das Vorkommen einer direkten Schichtung in den Morgenstunden nur durch die, wenn auch sehr kurze, Einwirkung der Sonne zu erklären. Da die Sonnenscheindauer am Morgen noch kurz ist, drückt sich die Schärfe der Temperaturschichtung um diese Zeit in der maximalen Temperaturdifferenz von nur 0.6° aus. Zu berücksichtigen ist noch, dass in 4 Fällen die Temperatur des Wassers derjenigen der Luft gleich war und in einem Falle nur um 0.1° höher. Bei der verkehrten Temperaturschichtung, welche in den Morgenstunden oft anzutreffen ist, ist die Differenz zwischen der Wassertemperatur der Oberfläche und der Wasserschicht über dem Boden immer klein.

Am Abend kommt eine direkte Temperaturschichtung nicht selten vor. Von der direkten Einwirkung der meteorologischen Bedingungen abgesehen, hängt dies unmittelbar mit dem Auftreten einer scharf ausgeprägten Temperaturschichtung in den Mittagsstunden zusammen (diese wiederum ist von der Sonnenscheindauer und der Windstärke abhängig). Auf 11 Fälle von festgestellter direkter Stratifikation in den Abendstunden war in den Mittagsstunden desselben Tages ebenfalls eine direkte Stratifikation beobachtet worden, wobei die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Bodenzone des Wassers in einem Falle 1° betrug, in vier Fällen 1° bis 2° , in vier Fällen 2° bis 3° und in zwei Fällen mehr als 3° .

Auf insgesamt 12 beobachtete Fälle von verkehrter Temperaturschichtung in den Abendstunden kam in den Mittagsstunden desselben Tages 6-mal Homothermie, 4-mal direkte Temperaturschichtung mit einer Temperaturdifferenz von weniger als 1° und zweimal eine direkte Temperaturschichtung mit einer Differenz von 2.2° vor. Ganz ähnliche thermische Verhältnisse herrschten am Mittag überall dort, wo am Abend Homothermie auftrat.

Nun wollen wir die Frage beantworten, welche von den erwähnten Temperaturschichtungen (direkte und verkehrte) und Homothermie für diese oder jene Tageszeit vorherrschend ist. Direkte Stratifikation wurde am Morgen in 44.4⁰/₀ aller beobachteten Fälle festgestellt, am Mittag in 78.4⁰/₀, am Abend in 39.4⁰/₀. Die durchschnittliche Differenz der Temperatur von der Wasseroberfläche bis zum Boden betrug (Mai—September) in den Morgenstunden 0.3⁰ (maximal 0.6⁰), am Nachmittag 2.2⁰ (maximal 6⁰), am Abend 1⁰ (maximal 2.8⁰).—Die verkehrte Stratifikation wurde am Morgen sechsmal, am Abend zwölfmal, in den Mittagsstunden dagegen kein einziges Mal festgestellt. Über die Temperaturverhältnisse in der Nacht verfüge ich über wenig Material, aller Wahrscheinlichkeit nach kommt die verkehrte Stratifikation gerade in den Nachtstunden am häufigsten vor.

Die Homothermie wurde auf insgesamt 105 Beobachtungsfälle kaum in 29 Fällen festgestellt, was 36.2⁰/₀ ausmacht. In den Morgenstunden in 36.1⁰/₀, in den Mittagsstunden in 21.6⁰/₀, am Abend in 24.2⁰/₀. Rechnen wir hierher auch alle diejenigen Fälle von Temperaturschichtung hinzu, in welchen die Differenz zwischen Oberfläche und Bodenwasserschicht höchstens 0.2⁰ betrug, so erhalten wir folgende Ziffern: am Morgen wurde Homothermie in 22 Fällen festgestellt, am Mittag in 11 Fällen, am Abend in 11 Fällen.

Es ergibt sich somit, dass am Morgen Homothermie und direkte Temperaturschichtung mit höchstens 0.2⁰ Temperaturdifferenz (Oberfläche-Boden) vorherrscht, in den Mittagsstunden überwiegt direkte Temperaturschichtung, die oft sogar sehr ausgeprägt ist, am Abend dagegen (19^h—20^h) kommen Homothermie, direkte Stratifikation und verkehrte Stratifikation ungefähr gleich oft vor.

Die oben dargestellten allgemeinen Grundsätze betreffs des Auftretens von Homothermie und direkter bzw. verkehrter Stratifikation finden ihre Erklärung in dem allgemeinen Verlauf der Tagestemperatur der Luft und in der Einwirkung der Sonne im Laufe des Tages. Man kann fast voraussagen, dass in den Mittagsstunden infolge der hohen Lufttemperatur und der Einwirkung des Sonnenscheins in der Regel direkte Stratifikation auftreten wird. Da die Temperatur gegen dem Abend sinkt,

kommt es früher oder später zu einer Zirkulation des Wassers, welche zur Homothermie führt, um zuletzt infolge weiterer Temperaturabnahme und Sonnenunterganges in eine verkehrte Stratifikation überzugehen. Am Morgen des nächstfolgenden Tages beginnt das Wasser infolge der Erwärmung der Wasseroberfläche wieder zu zirkulieren und kehrt wieder durch das Stadium der Homothermie zur direkten Temperaturschichtung zurück. Einen solchen Temperaturverlauf hat auch SEDLMEYER in seinem Teich beobachtet. Wir hätten somit in kleinen Wasserbecken im allgemeinen mit einem täglichen Temperaturverlauf zu tun haben, wie er in gemässigten Seen im Laufe eines ganzen Jahres konstatiert wurde. Die Nacht wurde dem Winter, der Tag—dem Sommer, der Morgen und der Abend—der Frühjahrs- und Herbstzirkulation entsprechen. Abweichungen vom „normalen Temperaturverlauf“, wie sie im Lynceusbecken oft konstatiert wurden, finden ihre Erklärung in der Veränderlichkeit der meteorologischen Faktoren¹⁾.

Der Verlauf der täglichen Temperatur in kleinen Wasserbecken ist aber nicht immer regelrecht. Man musste fast in jedem bestimmten Falle den Verlauf der Wassertemperatur und die meteorologischen Bedingungen desselben und des vorangegangenen Tages zusammenstellen, um über den Verlauf der Temperatur im Wasser Aufklärung zu gewinnen, was übrigens nicht immer leicht fällt. Für eine solche Prüfung jedes einzelnen Falles (vgl. Tab. 3) ist hier selbstverständlich kein Raum vorhanden. Die beigefügten meteorologischen Angaben erlauben es aber doch in vielen Fällen sich über die Ursachen eines jeden bestimmten Temperaturverlaufes im Wasser zu orientieren. Es kann z.B. vorkommen, dass eine starke Insolation in den Mittagsstunden die direkte Temperaturschichtung so scharf ausprägt, dass die spätere Lufttemperaturabnahme nicht mehr imstande ist sie in Homothermie umzuwandeln; in einem anderen Falle wieder kann es dazukommen, dass infolge des Insolationsmangels und beträchtlicher Windstärke in den Mittagsstunden keine direkte Stratifikation sich bildet. Wenn auch derartige Abweichungen vom „normalen“ Verlauf in kleinen Wasserbecken

1) Bei Sedlmeyer finden wir keine Erwähnung darüber.

nicht selten sind, so wird doch der allgemeine Charakter des täglichen Temperaturverlaufes und seine Ähnlichkeit mit dem jährlichen Temperaturverlauf in gemässigten Seen dadurch nicht verwischt.

Will man ohne jeden Zweifel feststellen, ob die Temperaturen eines bestimmten Tages bezüglich ihres allgemeinen Verlaufes dem jährlichen Temperaturverlauf der Seen entsprechen, muss man möglichst oft die Temperatur im Laufe des ganzen Tages messen. Allerdings ist es auch bei drei Messungen täglich möglich mit grosser Wahrscheinlichkeit den Temperaturverlaufcharakter während des ganzen Tages vorauszusehen und in gewissen Fällen auch Unregelmässigkeiten im Temperaturverlauf festzustellen.

Nun möchte ich noch kurz den Temperaturverlauf im Lynceusbecken auf Grund des auf den ganzen (24-stündigen) Tag sich erstreckenden, je einige Stunden gesammelten Beobachtungsmaterials besprechen.

1—2.V, (vgl. Fig. 7, 8 und 9).

6^h 45': kein Sonnenschein; Wind—W3; Homothermie.

11^h :

”

”

”

15^h : infolge der dreistündigen Insolation (11^h—14^h) steigt die Temperatur des Wassers gegenüber der Lufttemperatur, der Wind erhält jedoch die Homothermie bis 15^h.

19^h : infolge der Temperaturabnahme der Luft und Bewölkung bildet sich eine verkehrte Schichtung von einer Temperaturdifferenz (Oberfläche—Boden) von 0.2° auf. Das Streben zum Temperatenausgleich mittels Zirkulation wird aber durch die weitere Temperaturabnahme der Luft aufgehalten; die Temperatur der Wasseroberfläche sinkt rascher, als die der Bodenzone und daher erhält sich die verkehrte Schichtung noch um 23^h und um 3^h. Die Temperatur des Wasser steigt immer mehr im Vergleich zur Lufttemperatur, welche rasch sinkt.

Direkte Temperaturschichtung ist somit im Laufe des ganzen Tages kein einziges Mal vorgekommen. Ein Stadium im Temperaturverlauf der kleinen Wasserbecken—falls wir an dem Vergleich mit dem jährlichen Temperaturverlauf der Seen festhalten—fiel weg.

30.VI—1.VII.

6h 45' : trotz ziemlich starken Windes erhält sich noch die verkehrte Temperaturschichtung. Die Lufttemperatur ist aber im Vergleich zur Wassertemperatur niedrig.

10h : nach Einwirkung der Sonne tritt direkte Schichtung auf. Wahrscheinlich war in der Zwischenzeit Homothermie aufgetreten.

12h 45' und 15h 45' : trotz starken Windes bildet sich keine Homothermie aus, infolge starker Einwirkung der Sonne. Von 18h 45' bis 4h 30' herrscht verkehrte Schichtung, erst um 6h hält die Sonne die weitere Temperaturabnahme der Oberschicht des Wassers auf.

T A B. 10.

Schema dreier möglichen Übergangswege von verkehrter in direkte Schichtung. Temperatur und Tiefstand wurden beliebig gewählt. Vorausgesetzt wird, dass sich die Wasseroberfläche immer stärker erwärmt. Die Pfeile weisen auf drei mögliche Übergangswege von verkehrter in direkte Schichtung hin: ohne Homothermie bzw. Poikilothermiestadium oder mit Homothermie und Poikilothermiestadium.

Tiefe in cm	Verkehrte Stratifikation	Verkehrte Stratifikation	Homothermie	Poikilothermie	Poikilothermie	Homothermie	Direkte Stratifikation
1.	→	→	→	→	→	→	→
2.	→	→	→	→	→	→	→
3.	→	→	→	→	→	→	→
0	18 ⁰	19 ⁰	20 ⁰	20 ⁰	21 ⁰	20 ⁰	21 ⁰
20	19	19	20	19	19	20	20
40	20	20	20	20	20	20	20

24—25.VII. Im Laufe des ganzen Tages kein Wind und fast keine Bewölkung.

6h 45' : trotz Einwirkung der Sonne herrscht eine direkte Stratifikation von einer Temperaturdifferenz (Oberfläche—Boden) von kaum 0.1⁰. Wahrscheinlich¹⁾ ist der Schichtungsumschwung unlängst vorher zustande gekommen. Um 10h, insbesondere aber

1) Vielleicht auch nicht, wenn (bei verschiedenen meteorologischen Verhältnissen) die Möglichkeiten für einen Übergang von verkehrter in direkte Schichtung vorhanden sind, welche Tab. 10 zeigt.

um 13^h, ist die direkte Stratifikation scharf ausgeprägt. Die Temperatur der Wasseroberfläche ist niedriger, als die der Luft. Um 16^h ist das ganze Wasser durchgewärmt und, da die Temperatur der Wasseroberfläche nur wenig stieg, vermindert sich die Temperaturdifferenz zwischen Oberflächenwasser und Bodenzone des Wassers. In dieser Zeit übertrifft die Temperatur des Wassers die Lufttemperatur.

22^h: Homothermie (welche sich nicht zu erklären vermag).

4^h: wieder verkehrte Stratifikation.

7^h: direkte Stratifikation.

Möglicherweise wurde bei den obigen Messungen auf die Momente, wo Homothermie auftritt, zufällig nicht gestossen.

Bei direkter Temperaturschichtung bildet sich zuweilen auch in seichten Wasserbecken eine Temperatursprungschicht (Thermokline) aus. Leider verfüge ich nicht über ein genügendes Beobachtungsmaterial, um die Art und Weise ihres Auftretens in seichten Wasserbecken näher analysieren zu können.

Wie ich auf Grund meiner Beobachtungen annehmen darf, bildet sich eine Sprungschicht in seichten Gewässern gar oft. Sie entsteht nach meiner Erfahrung dann, wenn die Sonnenstrahlen direkt auf das Wasser einwirken. Bei Sonnenmangel sinkt—wie es scheint—die Temperatur von Oberfläche nach unten in der Regel mehr gleichmässig, so z. B. am 4.VII um 12^h bei vollkommener Windstille und Sonnenmangel (vgl. Fig. 11). Der Temperaturverlauf am 24.VII (Tab. 3) scheint allerdings dem zu widersprechen. Jedenfalls bildet sich in Kleingewässern die Thermokline bei Tage, so wie sie sich in den gemässigten Seen in der warmen Jahreszeit bildet.

Der Charakter der Sprungschicht vom 29.IV und 14.V, an welchen Tagen die Wassertemperatur (die Temperatur der Wasseroberfläche und der Bodenzone des Wassers) sich in den Grenzen von 17^o und 15^o bzw. 19.2^o und 16.5^o hält, unterscheiden sich beträchtlich von dem Charakter derselben am 27, 28 und 29.V, wo die Temperatur des Wassers sehr hoch war (vgl. Fig. 11). Die letzteren erinnern sehr an die Temperaturkurven in Tropenseen, wie sie RUTTNER (1931) angegeben hat (vgl. z.B.

Fig. 7 und 58, op. cit¹⁾). Wichtig dabei ist, wie es scheint, der Umstand, dass bei starker Insolation die Temperatur der Oberfläche so rasch steigt, dass sie diejenige der tieferen Schichten beträchtlich übertrifft.

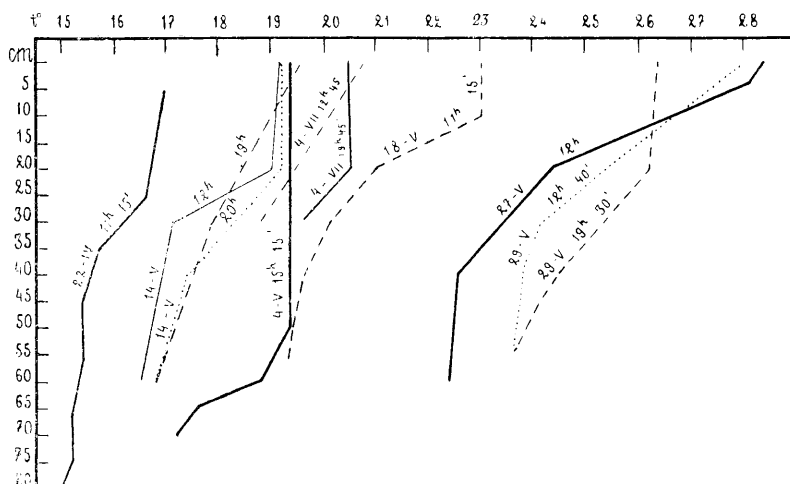


Fig. 11. Wassertemperatur in Lynceusbecken. Bezeichnungen im Text.

Das Verschwinden der Thermokline wird durch verschiedene Ursachen hervorgerufen. Die Abkühlung der Wasseroberfläche drückt die Sprungschicht immer niedriger herab, bis sie endlich ganz verschwindet und an ihre Stelle Homothermie Platz greift. Manchmal vermag sogar ein starker Wind eine scharf ausgeprägte direkte Temperaturschichtung nicht zu vernichten, wie z.B. am 18.V (vgl. Tab. 3). (Um 23h 15' ist schon ein starker Fall der Lufttemperatur eingetreten).

Im Momente, wo die Temperatur der Oberfläche infolge der Sonnenstrahlung langsam und gleichmässig zu sinken beginnt, kommt es infolge Bildung von Konvektionsströmungen zu einem Ausgleich der Temperaturabnahme von oben nach unten, bis sie endlich gleichmässig wird. Die weitere raschere Abkühlung der Oberfläche infolge gleichzeitiger stärkerer Temperatur-

¹⁾ Vgl. auch die von Weimann (1933, Fig. 3) angegebenen Temperaturprofile.

abnahme gegen den Abend verursacht eine stärkere Wasserzirkulation und es stellt sich, als deren Folge, eine Homothermie ein. Bevor sie jedoch den Grund erreicht ruft sie „unterwegs“ eine neue Thermokline hervor, wie es der Temperaturverlauf am 14.V, 20^h, zeigt (Fig. 11). Die Homothermie erreichte in diesem Falle erst die Tiefe von 20 cm, die Schicht zwischen 20 und 40 cm repräsentiert die Thermokline. Ähnlich am 4.VII.

Die Winde können ebenfalls die Sprungschicht zum Verschwinden bringen. Dies fällt um so schwerer, je schärfer die Thermokline ausgeprägt ist und je höher die Temperatur ist, die im Wasserbecken herrscht. Als Illustration für die Einwirkung von Wind auf die Temperaturschichtung können die Verhältnisse, welche am 4 Mai beobachtet wurden, dienen, an welchem Tage starke Insolation und ein SE 9-Wind herrschte. Dieser Wind hat nämlich eine Verschiebung der Thermokline bis zu den unteren Schichten des Wassers verursacht und eine Homothermie bis zu 50 cm Tiefe eingestellt (vgl. Tab. 3). Bei weiterer Einwirkung des Windes wird die Homothermie wahrscheinlich bis zum Grund hinunterreichen. Manchmal jedoch vermag sogar ein starker Wind eine scharf ausgeprägte direkte Temperaturschichtung nicht zu zerstören, wie z. B. am 18.V (Tab. 3).

Genauere Studien über die Thermokline in seichten Gewässern sowie über ihr Schicksal im Laufe eines ganzen Tages dürften viel interessantes Material bringen und u. a. auch zum besseren Verständnis des Temperaturverlaufes in den Seen beitragen¹⁾.

Die thermischen Verhältnisse im Erlenbecken.

Im vorigen Kapitel habe ich u. a. auf den Unterschied in der Temperatur des Wassers an beschatteten und sonnigen

¹⁾ Die thermische „Mikrostratifikation“ der Seen ist bisnun nur sehr dürftig bekannt, ebenso das Auftreten der Thermokline in den oberen Wasserschichten, welche „Mikrothermokline“ genannt werden kann (N a u m a n n schlägt in seiner Limnologischen Terminologie, 1931, folgende Termini vor: tägliche Sprungschicht, periodische Sprungschicht, kleine Sprungschicht). Vielleicht hat dazu der Mangel von entsprechenden Thermometern beigetragen, welche es ermöglichen „die Temperatur ganz dünner Wasserschichten auch in beliebiger Tiefe zu bestimmen“ (H a l b f a s s, 1923, S. 175).

Stellen hingewiesen. Ein Beispiel von grösserem Masstab für Temperaturdifferenzen zwischen beschatteten und sonnigen Gewässern liefert ein Vergleich der Temperaturverhältnisse im Lynceus- und Erlenbecken, da das letztere — wie schon oben erwähnt — im Gegensatz zum Lynceusbecken fast ganz beschattet ist. Dieser Umstand sowie der Umstand, dass das Erlenbecken vor Winden geschützt ist, spiegeln sich ganz deutlich in seiner Thermik ab.¹⁾

Die Morgentemperaturen im Erlenbecken sind niedriger als die des Lynceusbeckens und zwar selbst als diejenigen Morgentemperaturen, welche vor dem Beginn der Sonneneinwirkung auftreten. Die Differenz zwischen der mittleren Temperatur in beider Wasserbecken beträgt im Mai— 1.4° , im Juni dagegen— 3.3° , was sich durch die ungleiche Beschattung des Wasserbeckens in beiden Monaten erklärt.

Auf insgesamt 16 Beobachtungen war die Wassertemperatur in den Morgenstunden in 10 Fällen niedriger als die Lufttemperatur um dieselbe Zeit, in 5 Fällen höher und in einem Falle gleichhoch. Durchschnittlich, alle Beobachtungen inbegriffen, ist die Morgentemperatur der Wasseroberfläche um 0.5° niedriger als die mittlere Morgentemperatur der Luft (vgl. oben die Morgentemperaturen im Lynceusbecken, S. 90). Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, dass im Lynceusbecken in den Mittagsstunden (infolge der Insolation der Wasseroberfläche) hohe Temperaturen auftreten, welche den weiteren Temperaturverlauf des Wassers beeinflussen, sowie durch den Umstand, dass die Sonnenstrahlen am Morgen das Erlenbecken später erreichen, als das Lynceusbecken.

Hier muss noch hervorgehoben werden, dass trotz der Beschattung des Erlenbeckens die Morgentemperatur dieses Beckens stets höher, als die minimale Lufttemperatur ist und dass die mittlere Tagestemperatur der Luft des vorangegangenen Tages kaum um 1° höher als die Morgentemperatur des Wassers ist. Dieser Umstand liefert uns einen neuen Beweis für die ziemlich starke Konstanz der Temperatur in kleinen Wasserbecken.

¹⁾ Der wahrscheinliche Umstand, dass das Erlenbecken teilweise vom Grundwasser gespeist wird, scheint ohne Einfluss auf seine Thermik zu bleiben.

T A B. 11. Wassertemperatur im Erlenbecken und die meteorologischen Verhältnisse.

Datum	27.IV			1.V			2.V			5.V			9.V		
Zeit des Sonnenscheins Summe der Sonnenscheinstunden	8h 30'—16h			11h — 14h			7h—12h 30'			8h — 16h					
	7 1/2			3 1/2			4			4					
Stunde	7h	14h 15'	19h 15'	7h 15'	11h 30'	15h 30'	19h 20'	23h 30'	3h 20'	7h	19h 15'	7h 15'	13h	19h	
Wind	NE 1	SE 2	0	W 3	SW 5	SW 1	SW 1			SW 1	W 1	W 3	W 4	0	
Lufttemp.	7.4	16.4	13	8.1	11.8	11	9	6.6	5.6		22.0	14.3	16.2	13.2	
0	9.7										18.9	14.3	17.3	16.3	
5		17.6	16.0	8.7	12.1	12.7	11.2	9.9	8.8	8.8	21.2	"	"	"	
10				"	"	"	11.3	10.0	"	"		"	"	"	
15		17.2	16.1	"	"	"	"	"	"	"		"	"	"	
Tiefe in cm	9.4	16.2		"	"	"	"	"	"	"		"	"	"	
25				"	12.0	"	"	"	"	"		"	"	"	
30				"	"	"	"	"	"	"	18.5	"	"	"	
35				"	"	"	"	"	"	"		"	"	"	
40				"	"	"	"	10.1	8.9	"	16.6	"	"	"	

T A B. 11 (Fortsetzung)

Datum	2.VI			10.VI			13.VI			17.VI			20.VI		
Zeit des Sonnenscheins Summe der Sonnenscheinstunden	1 1/2			1/2			3 1/4			3 1/2			10 3/4		
Stunde	7h	14h 20'	20h	7h	13h	20h	7h 20'	13h	20h	7h	13h	20h	7h	13h	18h 30'
Wind	0	W 17	W 3	W 5	W 3	0	W 2	W 2	W 7	W 3	W 7	0	SE 1	S 3	0
Lufttemp.	16.2	15.0	14.0	8.4	12.0	10.0	13.0	17.1	12.0	14.2	21.0	18.0	16.0	23.0	21.0
0	18.1	17.2	16.4	10.7	11.6	12.2	12.6	14.6	14.6	12.4	16.0	17.2	14.4	18.0	19.1
5	18.2	17.3	16.5			12.3				"	"	"	"	"	"
10	"	"	"			"				"	"	"	"	"	"
15	"	"	"			"				"	"	"	"	"	"
Tiefe in cm	"	"	"			"	12.8	14.1	16.6	"	15.9	16.6	"	16.1	"
20	"	"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
25	"	"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
30	"	"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
35	"	"	"			"	"	"	"	"	"	"	"	"	16.4
40	"	"	"	10.8	"	"	"	13.4	13.7	"	14.4	15.3	"	15.4	"

T A B. 11 (Fortsetzung)

Datum	23.VI			27.VI			30.VI					1.VII				4.VII			
Zeit des Sonnenscheins	5h 30'—7h ; 12h —18h			5h 30'—18h			7h 30'—16h					5h 30'—18h				0			
Summe der Sonnenscheininstunden	8			12 1/2			10					9 3/4				0			
Stunde	7h	13h	20h	7h	13h 20'	20h	7h	10h 15'	13h	16h	19h	22h	1h	4h 30'	7h	16h 40'	7h	13h	20h
Wind	W 5	W 9	NW 1	0	SW 3	0	NW 3	W 5	W 5			NW 1			W 2		0	0	0
Lufttemp.	16.2	17.2	11.8	14.0	20.5	14.6	14.2	16.0	18.0	17.3	14.7	8.8	8.6	9.8	12.2	18.0	14.7	22.0	19.0
0	14.0	15.3	14.4	12.0	15.8	15.6	14.4	15.2	16.0	16.4	15.8	14.4	12.6	11.2	11.4	15.0	13.8	17.4	17.9
5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
10	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Tiefe in cm	"	"	"	"	13.9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	14.7	"	"	"
20	"	"	14.5	"	"	14.8	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	17.2
25	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
30	"	"	"	11.9	13.6	14.8	"	15.3	15.9	16.5	15.9	"	12.8	"	"	"	"	"	"

Die mittlere Temperatur der Wasseroberfläche in den Mittagsstunden beträgt für den Monat Mai im Erlenbecken 18° und ist somit um 3° niedriger, als die mittlere maximale Lufttemperatur in diesem Monate und um 4.3° niedriger, als die mittlere Temperatur der Wasseroberfläche im Lynceusbecken. Noch grösser ist der Unterschied im Juni, wo die mittlere Temperatur des Erlenbeckens in den Mittagsstunden 15.2° beträgt, d. h. um 4° weniger, als die mittlere maximale Lufttemperatur und um 4.8° weniger, als die mittlere Temperatur der Wasseroberfläche im Lynceusbecken.

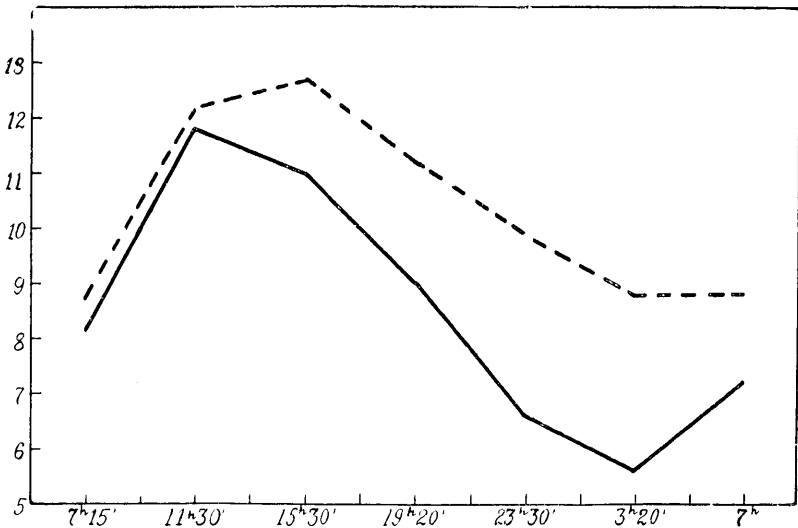


Fig. 12. Temperaturverlauf der Wasseroberfläche des Erlenbeckens (----) sowie der Luft (—) innerhalb der 24 Stunden (1—2.V).

Die Mittagtemperatur des Erlenbeckens übertrifft die mittlere Lufttemperatur im Mai um 2.2° , im Juni um 1° .

Der Einfluss der Beschattung auf den Temperaturverlauf im Erlenbecken drückt sich sehr deutlich durch den Umstand, dass vor 22 Mai, also bevor die den Becken umgebenden Erlen vollständig ihre Blätter entwickelt haben, die Differenz in der Mittagtemperatur zwischen dem Lynceusbecken und dem Erlenbecken durchschnittlich 2° beträgt, während sie nachher, nach der vollständigen Entwicklung der Blätter, durchschnittlich 4.5° beträgt. Zur Zeit der unvollständigen Entwicklung der Blätter

kann man beobachten, dass die Temperatur im Erlenbecken in den Mittagsstunden an die Temperatur im Lynceusbecken heranzukommen bestrebt ist (vgl. Fig. 7 und 12). Das stärkere Sinken der Temperatur im Laufe der Nacht während dieser Zeit findet wieder ihre Erklärung in der stärkeren Seichtheit des Erlenbeckens (Fig. 12). Nach dem 22. Mai sehen wir, dass die Mittagtemperatur des Erlenbeckens nicht mehr an die Mittagtemperatur des Lynceusbeckens nahekammt, im Gegenteil, die Differenz zwischen den Mittagtemperaturen beider Wasserbecken wächst immer mehr und wird desto grösser, je grösser die Zahl der Sonnenscheinstunden an dem betreffenden Tage ist. Bei vollkommener Bewölkung oder bei nur kurzem Sonnenschein bleibt die Differenz in der Mittagtemperatur zwischen beiden Wasserbecken unbeträchtlich (vgl. die Temperaturen am 10.VI und 4.VII).

In den Abendstunden ist die Temperatur der Wasseroberfläche des Erlenbeckens fast immer höher, als die Lufttemperatur (auf insgesamt 19 Beobachtungen nur dreimal ausgenommen, wo sie niedriger ist), dagegen stets niedriger als die Abendtemperatur im Lynceusbecken. Durchschnittlich beträgt die Differenz zwischen beiden Wasserbecken im Mai 2.8° , im Juni (bei vollständiger Entwicklung der Erlenblätter) — 3.4° . Die Temperatur an der Oberfläche des Erlenbeckens in den Abendstunden ist dagegen höher, als die mittlere Tagestemperatur der Luft.

Die mittlere Wassertemperatur im Erlenbecken nähert sich im grossen und ganzen der mittleren Tagestemperatur der Luft. Die mittlere Temperatur des Erlenbeckens, aus den mittleren Tagestemperaturen berechnet, ist im Mai um 2.6° und im Juni um 3.5° niedriger, als diejenige des Lynceusbeckens.

Ein Vergleich des Temperaturverlaufes vom 30.VI auf den 1.VII in beiden Wasserbecken (Fig. 8 und 13) liefert uns ein schönes Beispiel für den Verlauf der Temperatur auf sonnigen und beschatteten Gewässern. Die Tagesschwankungen der Wassertemperatur sind kleiner, als im Lynceusbecken. Der Mittelwert der Temperaturschwankungen an der Wasseroberfläche für die Monate Mai-Juni beträgt 3.6° , welche Ziffer mehr der mittleren Amplitude der Temperaturschwankungen in den Bodenzonen des Wassers (3.3°), als an der Wasseroberfläche (4.3°)

des Lynceusbeckens näher kommt. Vor dem 22 Mai betrug die Amplitude der Temperaturschwankungen durchschnittlich 4.5° , nach dem 22 Mai dagegen nur 3.2° .

Auf insgesamt 53 Temperaturserien von der Wasseroberfläche bis zum Grund des Beckens habe ich in 29 Fällen direkte Stratifikation festgestellt. Die Differenz zwischen der Temperatur der Wasseroberfläche und der Bodzone des Wassers ist im Erlenbecken im allgemeinen deutlich kleiner, als im Lynceusbecken. Dies bezieht sich insbesondere auf die Mittagtemperatur, wo die Differenz in der Ausprägungsschärfe der Temperaturschichtung krasser hervortritt¹⁾.

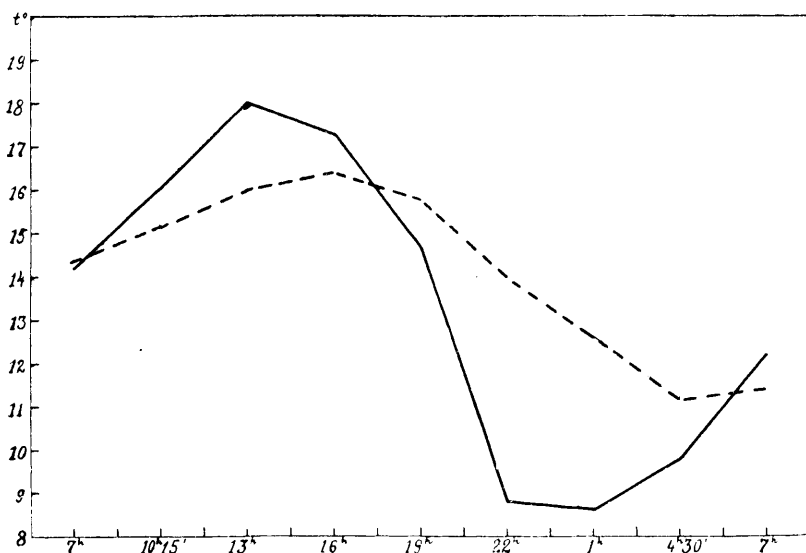


Fig. 13. Temperaturverlauf der Wasseroberfläche des Erlenbeckens (----) sowie der Luft (—) innerhalb der 24 Stunden (30.VI—1.VII).

Dagegen ist am Morgen und am Abend die Stratifikation im Erlenbecken nicht selten scharfer ausgeprägt. Diese Erscheinung kann man durch den Umstand erklären, dass das Erl-

¹⁾ Bei den gleichen meteorologischen Bedingungen drückt sich die direkte Stratifikation im Lynceusbecken in einer Temperaturdifferenz von $3.0-6.0^{\circ}$, im Erlenbecken in einer von $3.0-4.5^{\circ}$ aus. Es dürfte aber auch der Unterschied in der Tiefe der Wasserbecken berücksichtigt werden.

becken vor Winden geschützt ist. In den Morgenstunden trat direkte Stratifikation in 33.3% aller um diese Zeit durchgeführten Temperaturmessungen auf, in den Mittagsstunden in 73.7% und am Abend in 56.3% aller Fälle. Die Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und Grund beträgt (ab Mai bis Juli incl.) in den Morgenstunden durchschnittlich 0.4° (maximale Differenz 0.7°), in den Mittagsstunden 1.8° (maximale Differenz 4.5°), in den Abendstunden 1.3° (maximale Differenz 2.7°).

Homothermie tritt im Erlenbecken fast gleich oft auf, wie im Lynceusbecken. In den Morgenstunden tritt sie öfters auf, als im Lynceusbecken (in 50% aller Fälle), viel weniger oft in den Mittagsstunden (15.8%) und gleich oft am Abend (25%).

Was die umgekehrte Stratifikation betrifft, so besteht der Hauptunterschied zwischen ihrem Auftreten hier und im Lynceusbecken darin, dass sie infolge der Beschattung des Erlenbeckens auch in den Mittagsstunden auftreten kann, wie es am 2.VI und am 10.VI der Fall war.

Betrachten wir den ganzen, 24-stündigen Temperaturverlauf (1—2.V und 30.VI—1.VII) so müssen wir konstatieren, dass trotz der schwachen Temperaturschichtung (dadurch erklärt sich die leichte Wiederkehr von Homothermie, wie z.B. am 1.V, 15^b 30'), was den allgemeinen Charakter des Temperaturverlaufes anbelangt, eine Ähnlichkeit zum jährlichen Temperaturverlauf in den Seen sich dennoch feststellen lässt.

Eine Thermokline tritt in manchen Fällen deutlich auf.

Einige Bemerkungen über Temperaturmessungen, welche gelegentlich an verschiedenen kleinen Wasserbecken vorgenommen wurden.

Anschliessend an die Frage der Temperaturdifferenz an sonnigen und beschatteten Stellen des Gewässers, möchte ich auf die Temperatur des Lynceusbeckens am 27.V aufmerksam machen und sie mit der Temperatur eines vollkommen im Schatten, im Fichtenwalde, liegenden Wasserbeckens vergleichen. Die Temperatur beider Wasserbecken wurde genau in derselben Zeit gemessen und zwar um 12 Uhr. Die Lufttemperatur

betrug über dem Lynceusbecken 25.4⁰ und über dem Wasserbecken im Fichtenwalde 23.8⁰. In 5 cm Tiefe betrug die Temperatur im Lynceusbecken 28.1⁰, im Wasserbecken im Fichtenwalde dagegen nur 16.6⁰. Temperaturdifferenz 11.5⁰! In der Tiefe von 20 cm betrug die Temperatur im Lynceusbecken 24.4⁰, im Wasserbecken im Fichtenwalde in der Tiefe von 10 cm nur 14.8⁰. Die Temperaturdifferenz beträgt 9.6⁰. Auf einem anderen Wasserbecken (Osiniak I) betrug, bei einer Lufttemperatur von 24.6⁰, die Temperatur im Schatten 18.2⁰, in der Sonne 24.6⁰.

Aus manchen Wasserbecken konnte ich noch einiges Material zur Kenntnis des Auftretencharakters von direkter Stratifikation gewinnen. So betrug z. B. im Wasserbecken Osiniak I am 17.VI bei einer Lufttemperatur von 21.6⁰, am Nachmittag, die Temperatur der Wasseroberfläche im Schatten 22.5⁰, des Wassers am Grunde, 15 cm tief, —19⁰, am Grunde, 8 cm tief, in der Sonne —21.2⁰. Ich mache dabei aufmerksam, dass der Grund dieses Beckens dunkel ist (vgl. PRENN, 1930).

Im „Elodeabecken“ (von welchem im Kapitel 2 schon die Rede war) betrug die Temperatur den 10.VI um 6 Uhr abends, bei windigem und sonnenscheinlosem Wetter an der Oberfläche 14.8⁰, 15 cm tief 14.4⁰, 30 cm tief 14⁰ und 40 cm tief 13⁰. Am 20.VII um 12 Uhr unter anderen meteorologischen Bedingungen (vgl. Tab. 3) betrug die Temperatur der Wasseroberfläche 24⁰, 5 cm tief 21.8⁰, 10 cm tief 19.4⁰, 15 cm tief 18⁰. Die Tiefe des Beckens betrug zu dieser Zeit kaum 30 cm, was jedoch die Ausbildung einer Stratifikation von einer Temperaturdifferenz von 6⁰ nicht hinderte. Auf die erwähnten Temperaturverhältnisse wirkte hier die Anwesenheit von Elodeapflanzen ein (von welchen der Thermometer von 30 cm abwärts umgeben war) sowie die Anwesenheit einer dichten Suspension im Wasser infolge des lehmigen Bodens (Sichttiefe: 22 cm).

In einem anderen Wasserbecken mit moosbedecktem Boden habe ich am 15.VI am Mittag bei vollem Sonnenschein an der Oberfläche eine Temperatur von 22.4⁰, in 15 cm Tiefe eine solche von 15⁰ beobachtet. Diese scharf ausgeprägte Schichtung, welche auch für die Wasserbecken mit *Sphagnum* charakteristisch ist, wird vielleicht u. a. durch das Tripton im Wasser

hervorgerufen (vgl. darüber HARNISCH, 1929¹).

Eine ungemein scharfe Stratifikation trat in einem Wasserbecken auf, welcher mit einer *Lemna trisulca*-Schicht bedeckt war. Am 15.VI um 12 Uhr, bei schwachem Winde und starkem Sonnenschein, betrug hier die Temperatur an der Oberfläche 22^o, 10 cm tief—15.8^o, 15 cm tief—14.2^o, 18 cm tief—13.8^o; die Differenz zwischen Oberfläche und 18 cm Tiefe betrug somit in diesem Falle 8.2^o. (Die betreffenden Messungen wurden nur um Grenzraum der *Lemna*-Schicht vorgenommen). Die grössten Unterschiede zwischen der Temperatur des Oberflächen- und einer solchen des Bodenwassers, welche von WEIMANN (1933) angegeben sind, betragen 12^o. Es muss aber darauf geachtet werden, dass dieser Verfasser mit einem Weiher von über 2 m Tiefe zu tun hatte.

Allgemeine Schlussbetrachtungen.

Die in kleinen Wasserbecken in der Gegend der Hydrobiologischen Wigry-Station herrschenden Temperaturverhältnisse, wie sie in dieser Arbeit dargestellt worden sind, dürften besser beleuchtet werden, wenn wir sie mit der Thermik des Wigrysees vergleichen wurden. Eine Ergründung der Unterschiede zwischen der Thermik in Seen und in Kleingewässern dürfte viel Licht auf den verschiedenartigen Charakter dieser beiden Lebensbezirke werfen. Dieses Problem kann infolge der einstweilen noch unzulänglichen Untersuchung der Kleingewässer sowie mancher Punkten der Seethermik (wie z. B. Mikrostratifikation, Litoraltemperatur) gegenwärtig noch nicht breiter behandelt worden.

Fig. 14 zeigt die mittlere Monatstemperatur des Wigrysees, des Lynceusbeckens und der Luft. Die Temperatur an der Oberfläche des Wigrysees wird einmal täglich, am Morgen, auf der Wigry-Station gemessen. Dieses eben Material habe ich hier benutzt, wobei ich voraussetze, dass die Morgentemperatur des Wigrysees der mittleren Tagestemperatur annähernd gleicht.

Die grösste Differenz zwischen der Temperatur des Wigry-

¹) In Wasserbecken mit einer sehr dichten Triptonsuspension wurde eine beträchtliche Temperaturdifferenz zwischen Wasseroberfläche und 50 cm Tiefe festgestellt; sie betrug 6.8^o (Moszyński und Jakubisiak, 1931. S. 240—241).

ses und des Lynceusbeckens, die ganz bedeutend ist, fällt auf den Monat Mai (sowie selbstverständlicherweise auf den Vorfrühling). Diese Erscheinung ist vollkommen verständlich, da in einem kleinen Wasserbecken das Wasser sich besonders unter der Einwirkung der Sonne rasch erwärmt, während die grossen Wassermassen in den Seen der Frühlingszirkulation unterliegen und sich nur sehr langsam erwärmen. Selbst im Juni ist die mittlere Temperatur im Lynceusbecken noch immer bedeutend höher, obwohl es schon vorkommen kann, dass hie und da die Temperatur im Wigrysee die Temperatur des Lynceusbeckens übersteigt, wie es anfangs Juni der Fall war. Im Juli (vgl. Fig. 14) gleichen sich die Temperaturen aus, im August ist die Temperatur im See etwas höher als im Lynceusbecken. Von September angefangen sinkt die Temperatur gleichmässig sowohl im Wigrysee wie im Lynceusbecken. Aus diesem Temperaturverlauf folgt ein scheinbar unerwarteter Schluss, dass in der warmen Jahreszeit die Schwankungen der mittleren, monatlichen Temperatur in kleinen Wasserbecken kleiner sind als diejenigen in den Seen, wo das thermische Frühlingsregime mit niedrigen Temperaturen beginnt. Im Laufe von vier Monaten (V—VIII) schwankte die mittlere Temperatur im Lynceusbecken nur in ganz engen Grenzen und zwar zwischen 17.9° — 19.3° . Im Wigrysee kommen solche hohe Temperaturen nur im Juli und August vor. Ziehen wir dabei noch den Umstand in Betracht, dass die Mehrzahl der Kleingewässer schon im Juli oder August austrocknet, dann wird die Gleichmässigkeit ihrer mittleren Temperatur sowie der hohe Stand derselben noch klarer deutlich.

Was die mittlere Jahrestemperatur der Kleingewässer anbelangt, so ist sie im Vergleich zu derjenigen der gemässigten

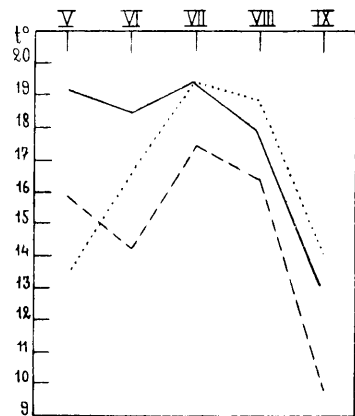


Fig. 14. Verlauf der mittleren monatlichen Temperatur der Oberfläche des Lynceusbeckens (—), der Oberfläche des Wigrysees (.....) sowie der Luft (- - - -).

Seen ungemein gross, da bei den Kleingewässern die ganze kalte Jahreszeit wegfällt, während welcher die periodischen Kleingewässer gewöhnlich zu existieren aufhören, da sie entweder austrocknen oder bis zum Grunde ausfrieren.

Ein weiteres, für die Kleingewässer charakteristisches und im Vergleiche zu den Seen ins Auge springendes Merkmal ist die starke Schwankung der Temperatur im Laufe des Tages; dieses Merkmal wurde schon, wenn auch etwas übertrieben, in der limnologischen Literatur berührt. Ein gründlicherer Vergleich der betreffenden Verhältnisse in Kleingewässern und in Seen fand derzeit noch eine zu schwache Stütze in dem zur Verfügung stehenden Tatsachenmaterial.

Nach LITYŃSKI übertrifft die Schwankungsamplitude der Oberflächetemperatur im Wigrysee im Laufe von 24 Stunden kaum 2^{01}). Bekanntlich beträgt sie im Lynceusbecken an der Oberfläche durchschnittlich 4.3^{0} , in der Bodenzone 3.3^{0} . Wie oben nachgewiesen, ändert die Beschattung der Kleingewässer ihre thermischen Verhältnisse gründlich; der Einfluss dieses Faktors, wenigstens auf grössere Seen, bleibt aus und kann höchstens nur in einem gewissen Masse sich auf die Litoralzone beschränken.

Die oben dargestellten Eigenschaften der Thermik der Kleingewässer, durch welche sie sich von den Seen unterscheiden, sowie die abweichenden Temperaturverhältnisse in der Vertikalrichtung können nicht ohne Einfluss auf die Zusammensetzung ihrer Fauna (und Flora) bleiben. Was z. B. die weite geographische Verbreitung zahlreicher Kleingewässertiere anbelangt, so kann man sie u. a. mit ihrer geringen Empfindlichkeit gegenüber verschiedenartigen Temperaturen in Verbindung bringen, was mit der Tatsache übereinstimmt, dass sie sich in einer Umwelt von ziemlich grosser Schwankungsamplitude des Tagestemperatur aufhalten. Zu erwähnen wäre noch der Umstand, dass die in den Kleingewässern der gemässigten Zone herrschenden immer ziemlich hohen Temperaturen zur Folge haben, dass ihre thermischen Verhältnisse in verschiedenen

¹⁾ Lityński A. Limnological studies of lake Wigry. Arch. Hydr. i Ryb. T. 1., Suwaiki 1926. Das Tatsachenmaterial zur Begründung dieser Behauptung wird von dem Verfasser in seiner Arbeit nicht angeführt.

geographischen Breiten nicht sehr voneinander abweichen müssen und auf diese Weise die weite Verbreitung vieler Kleingewässerorganismen ermöglichen.

Der starke Einfluss der Beschattung auf die Thermik der Kleingewässer (vgl. die Temperatur des Erlenbeckens und des Lynceusbeckens, die Temperatur an sonnigen und beschatteten Stellen im Lynceusbecken, die Temperatur des in dem Fichtenwalde gelegenen Wasserbeckens) lenkt unsere Betrachtungen in eine andere Richtung. Die verhältnismässig niedrige Temperatur der beschatteten Wasserbecken in dem Walde vermag die Entwicklung vieler Tierformen zu erschweren. Die typische Fauna dieser Wasserbecken wäre die sogenannte Frühlingsfauna, welche in den beschatteten Kleingewässern auch im Sommer sich erhält. Die Tierarten, welche in den nicht beschatteten Kleingewässern im Hochsommer auftreten, dürften keine typische Zusammensetzung der Kleingewässerfauna auf diesen Gebieten repräsentieren, welche ursprünglich ganz von den Wäldern (derzeit in starkem Masse durch den Menschen vernichteten) eingenommen waren.

Die viel frühzeitigere Entwicklung der Kleingewässerfauna (mit Beginn der warmen Jahreszeit), als der Seefauna, ist in der Literatur bekannt. Sie steht unzweifelhaft mit dem oben erwähnten Temperaturverlauf in den Kleingewässern und in den Seen in Verbindung (vgl. Fig. 14, Temperaturverlauf im Mai).

Diese und ähnliche Betrachtungen dürften selbstverständlich ein mehr reales Gepräge nur dann erhalten, wenn die Untersuchungen über die Kleingewässerfauna mit einer genaueren Kenntnis der Hydrographie und Hydrogeographie der Kleingewässer verbindet wird.

Durchsichtigkeit, Farbe, Wasserstoffionenkonzentration und Gesamthärte des Wassers im Lynceus- und Erlenbecken.

Weder im Lynceus- noch im Erlenbecken konnte die Sichttiefe des Wassers mittels der SECCHI'schen Scheibe ermittelt werden, da sie am Boden des Beckens immer sichtbar war. Nur am 23.IV war die Scheibe sowohl im Lynceusbecken (bei 90

cm Tiefe) als auch im Erlenbecken (bei 50 cm Tiefe) am Grunde kaum sichtbar. Die geringe Durchsichtigkeit des Wassers zu dieser Zeit ist leicht erklärbar, da gerade am 23.IV beide Becken von der Eiskecke befreit wurden und ihr Wasser daher noch ziemlich trübe war. Eine äusserst geringe Wasserdurchsichtigkeit konnte ich in der westlichen Bucht des Lynceusbeckens (vgl. Fig. 1) feststellen, die den Kontakt mit dem Becken im Verlaufe des Austrocknungsprozesses rasch verlor. Sie betrug kaum 14 cm; die Ursache dieser geringen Durchsichtigkeit liegt in einer Lehmsuspension (Wasserfarbe braungelb). In der Literatur sind die Fälle einer äusserst geringen Wasserdurchsichtigkeit manchmal erwähnt, doch nur im Zusammenhang mit einer starken Wasserblüte. RYLOW (1925) beobachtete eine Wasserdurchsichtigkeit von 30 cm in einem Falle, in dem 1 cm³ Wasser 6000 *Anabaena scheremietievi*-Fäden enthielt, und NAUMANN (1920, zit. nach RYLOW) stellte einen Fall von Wasserdurchsichtigkeit gleich 1 cm fest (300.000 *Anabaena flos-aquae*-Fäden in 1 cm³ Wasser).

Die Farbe des Wassers konnte sicher mit Hilfe der SECCHISCHEN Scheibe und der FOREL-ULE-Skala nur im Lynceusbecken bestimmt werden. Sie entsprach am 23.IV der Skalaziffer XIX, am 4.V—XX, am 10.VI—XX und am 14.VII—XXI.

Die Wasserstoffionenkonzentrationsschwankungen¹⁾ im Lynceusbecken waren gering, vom 9.VI angefangen stieg jedoch etwas die Säurereaktion des Wassers. Vom 16.IV bis 26.V (5 Messungen) war pH 7.1, am 9, 20 und 26 Juni betrug sie 6.7 (unmittelbar nach Regenfall), 6.9 und 6.8, am 2, 10, 15, 23 und 27 Juli—6.9, 6.8, 6.9, 6.8, 6.7, am 1, 7, 14, und 25 August—6.7, 6.8, 6.9, 6.9. Im Erlenbecken am 16 und 23 April, 16, 19 und 26 Mai und 9 Juni war pH 7.7, am 26 Juni—7.8.

Noch grössere Abweichungen, als die aktuelle Reaktion des Wassers, wies die Gesamthärte des Wassers im Lynceusbecken gegenüber dem Erlenbecken auf. Die Wasserhärte wurde mit der Seifenlösung nach CLARCK ermittelt, die Härteangaben sind auf deutsche Härtegraden bezogen. Die Wasserhärte des Lynceusbeckens stieg mit seiner Austrocknung nur unbe-

1) Die Wasserstoffionenkonzentration wurde nach der kolorimetrischen Methode von Bresslau bestimmt.

deutend. Sie betrug am 24.IV 0.4 Grade und stieg allmählich bis 1.4 Grad am 8.VII. Vom 18.VII bis 21.VII schwankte die Wasserhärte zwischen 1.2—1.4 Graden, wobei sie in der Bodenschicht meistens etwas höher war. Im Erlenbecken betrug die Wasserhärte am 24.IV 7.5 Grade, am 16.V—10.0, am 26.V—10.2, am 8.VI—11.0 Grade. Am 20.VI und 26.VI betrug die Wasserhärte mehr als 12 deutsche Härtegrade.

Sauerstoff.

In der limnologischen Literatur sind Angaben über den Sauerstoffgehalt in kleinen Wasserbecken nur spärlich vorhanden und daher ist es schwer möglich sich ein Bild von den Sauerstoffverhältnissen in kleinen Wasserbecken zu machen. Etwas reichlicheres Material diesbezüglich enthält die Arbeit von BOLDYREWA (1926).

Die Wasserproben zur Sauerstoffanalyse entnahm ich mittels eines nach WERESCHTSCHAGIN konstruierten Instrumentes („Pseudobathometer“, vgl. N. 30 in Literaturverzeichnis), welches sich in jeder Hinsicht als tauglich erwies und meines Erachtens bei Sauerstoffuntersuchungen in seichten Wasserbecken unerlässlich ist. Die Analysen wurden nach der bekannten WINKLER'schen Methode¹⁾ durchgeführt. Den Prozentsatz von Sauerstoffgehalt berechnete ich nach den WINKLER'schen Sättigungstabellen unter ständiger Berücksichtigung des Luftdruckes am betreffenden Tage. Der Zeitabschnitt zwischen zwei Analysen dauerte grundsätzlich nicht länger als 10 Tage.

Die Schwankungen des Sauerstoffgehaltes sind im Lynceusbecken, insbesondere aber im Erlenbecken, ziemlich beträchtlich. Die grösste Differenz des Sauerstoffgehaltes bei zwei nacheinander vorgenommenen Messungen in ‰ der Sättigung ausgedrückt betrug im Lynceusbecken 34‰ O₂, die mittlere Differenz bei zwei nacheinandervorgenommenen Messungen betrug im Lynceusbecken an der Wasseroberfläche 20.7‰ (im Erlenbecken 30.1‰), am Grunde 15.6‰ (im Erlenbecken 26.2‰). Fig. 15 zeigt, dass vom 24.IV bis zum 1.VII der O₂-Gehalt im

¹⁾ Leider ohne Bromierungsvorgang nach Alsterberg.

Lynceusbecken im allgemeinen höher war, als nach dem 1.VII; der Unterschied wäre noch krasser, wenn der O₂-Gehalt am 14.VII nicht so hoch gewesen wäre. Der mittlere O₂-Gehalt in ‰ der Sättigung ausgedrückt betrug im Lynceusbecken vor dem 1.VII an der Oberfläche 86.7‰, am Grunde 78.9‰, nach dem 1.VII—an der Oberfläche 51.9‰, am Grunde 51.3‰.

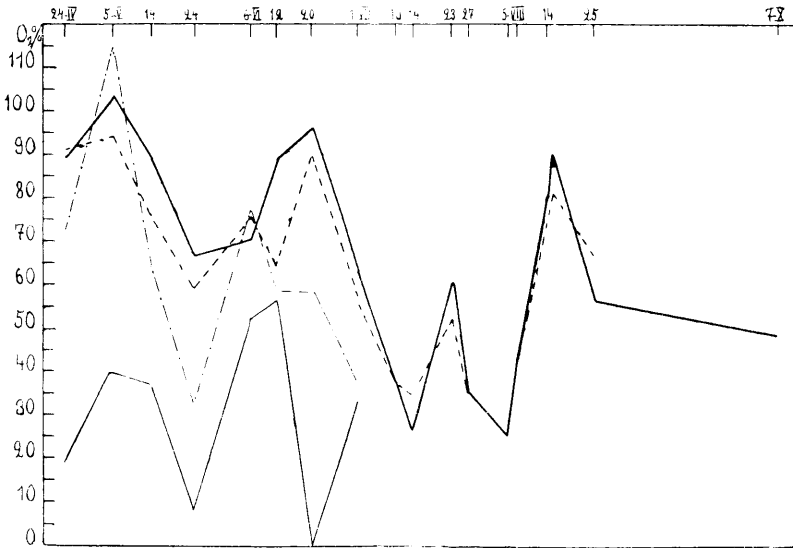


Fig. 15. Sauerstoffgehalt im Lynceusbecken auf der Oberfläche (—) und am Grunde (---) und im Erlenbecken auf der Oberfläche (-.-.-) und am Grunde (—), in ‰ der Sättigung ausgedrückt.

Im Lynceusbecken lassen sich keine grösseren Differenzen im O₂-Gehalt an der Wasseroberfläche und am Grunde feststellen. Die Maximaldifferenz beträgt hier 25.1‰ O₂, die mittlere sogar kaum 4.1‰ O₂. Anders gestalten sich die Verhältnisse im Erlenbecken. Hier ist die mittlere Differenz zwischen dem O₂-Gehalt an der Oberfläche und am Grunde sehr gross, da sie 34.6‰ beträgt. In der Tabelle 12 (vgl. „Ufer“) befinden sich auch Analyseergebnisse von Wasserproben, die an einer ganz nahe dem Ufer gelegenen, sehr seichten, von Wasserpflanzen bewachsenen Stelle zwischen denselben entnommen wurden. Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist der O₂-Gehalt im Vergleich

zu anderen Stellen hier stets der höchste. Morgens ist der O₂-Gehalt am Grunde manchmal höher, als an der Oberfläche (nur im Lynceusbecken).

In kleinen Wasserbecken ist selbstverständlich die ganze Wasserschicht von der Oberfläche bis zum Grunde trophog n. Mit der Zeit können sich hier am Grunde bedeutende Massen sich zersetzender Substanzen sowohl pflanzlicher wie tierischer Herkunft ansammeln, die—in Anbetracht der geringen durchschnittlichen Tiefe der kleinen Wasserbecken—stark den O₂-Gehalt herabdrücken. Andererseits ist die an die Luft grenzende und Sauerstoff aufnehmende Oberflächenschicht gegenüber dem Gesamtvolumen des Bodens verhältnismässig sehr gross. Die Durchlüftung des Wassers in kleinen Wasserbecken geht somit sehr intensiv vor, insbesondere wenn wir die öfters auftretende Wasserzirkulationen berücksichtigen (vgl. den Abschnitt über Temperaturverhältnisse). Es treten hier somit zwei antagonistisch wirkende und in kleinen Wasserbecken besonders stark hervortretende Kräfte auf, von denen die eine O₂-Gehalt des Wassers fördert, die andere ihn herabsetzt. Falls nun einer der erwähnten Faktoren infolge irgendwelcher Ursachen überhandnimmt, kann eine rasche Veränderung des O₂-Gehaltes im Wasserbecken erfolgen, wie wir sie eben im Lynceus- und Erlenbecken beobachten konnten (Fig. 15). Ein Vergleich der Sauerstoffgehaltskurve des Wassers, der Niederschlagsmenge und der Windstärke beweist, dass bei stärkeren Winden und reichlicheren Niederschlägen der O₂-Gehalt im Wasser steigt. Als allgemeine Regel können wir jedoch den geringeren O₂-Gehalt in der zweiten Sommerhälfte feststellen (vgl. oben). Selbstverständlich wird der O₂-Gehalt des Wassers von den Wasserpflanzen beeinflusst. So beträgt z. B. im Elodeabecken der O₂-Gehalt innerhalb des Pflanzenbereiches (*Elodea*) 151⁰/₉O₂ (in % der Sättigung), während er ausserhalb desselben kaum 61.8⁰/₉ (am 20.VII) beträgt. Ebenso verweise ich auf den O₂-Gehalt des Wassers im Lynceusbecken neben dem Ufer, zwischen den Wasserpflanzen (vgl. Tafel 12 „Ufer“). RYLOV (1925) stellte eine bemerkenswerte Abhängigkeit zwischen dem quantitativen Auftreten von *Anabaena scheremietievi*-Fäden und dem O₂-Gehalt des Wassers fest. Eine Rekordziffer u. zw. 347⁰/₉ O₂ erreicht der O₂-Gehalt in den Wasserproben

welche RUTTNER (1931) aus der Mitte des dichten *Hydrilla*-Beständen auf dem Ranu-Lamongan (auf Java) entnahm.

Ob es in kleinen Wasserbecken zu starken Differenzen ihres Sauerstoffbudgets kommt, hängt von der Terrainlage des Beckens (seiner Windschutzlage), von der Anwesenheit von Bäumen am Ufer, von denen das Laub ins Wasser herabfällt, ferner vom quantitativen Auftreten des Tierplanktons, dem Auftreten höherer Pflanzen und des Pflanzenplanktons und schliesslich auch vom Charakter des Beckengrundes ab. Sogar zwei, so nahe nebeneinander im Terrain liegende Becken, wie der Lynceus- und Erlenbecken, weisen eine ziemlich starke Differenz im Verhalten ihres Sauerstoffgehaltes (vgl. oben die Sauerstoffverhältnisse in den Grundschichten des Erlenbeckens). Ganz eigenartig hinsichtlich des O₂-Gehaltes ist der früher erwähnte Elodeabecken mit seinem hohen O₂-Gehalt. Andererseits wieder war in dem seichtem Wasserbecken in Walde der O₂-Gehalt immer äusserst gering.

Mit der Bildung der Eisdecke im Winter fällt der Sauerstoffgehalt in kleinen nicht austrocknenden Wasserbecken zweifellos sehr beträchtlich, oft wahrscheinlich bis Null, herab. Der Kontaktmangel mit der Luft ruft ähnliche Wirkungen sogar in seichten Seen und Teichen hervor. Übrigens verfügen wir diesbezüglich auch über unmittelbare Beobachtungen an kleinen Wasserbecken (BOLDYREWA, op. cit.).

Seit dem Momente, in dem die Austrocknungssymptome eines kleinen Beckens merklich in Erscheinung treten, beginnt die Periode des geringeren Sauerstoffgehaltes im Wasser; im Verlaufe der Zeit steigt ebenfalls der Prozentsatz der gelösten Salze, die Farbe steigt höher auf der FOREL-ULE-schen Skala, das Becken wird immer seichter und die immer mehr und mehr wuchernde Sumpfflora bedeckt das ganze Becken. Der Charakter des Beckens entfernt sich immer von dem in der Frühlingsperiode, in welcher es wesentlich tiefer, der O₂-Gehalt höher, der Prozentsatz der gelösten Salze im Wasser geringer war (das Wasser entstammt dem aufgetauten Schnee) und die Flora gerade im Anfangsstadium der Entwicklung war. Im allgemeinen kann man sagen, dass ein kleines

Wasserbecken im Anfangsstadium seines Bestehens viele Eigenschaften, die an einen oligotrophen Seetypus erinnern, besitzt, und dass es mit der Zeit rasch altert bis es endlich schwindet. Das Altern der kleinen Wasserbecken (bis zu ihrem vollständigen Schwund) findet im Verlaufe von einigen Monaten statt, während die Seen ähnliche Veränderungen manchmal erst in sehr langen Zeitabschnitten erleiden (ich erinnere, dass der Temperaturverlauf in kleinen Wasserbecken innerhalb eines Tages dem der Seen innerhalb eines Jahres oft entspricht). Von Frühling zu Frühling jedoch erneuern sich die kleinen Wasserbecken (vgl. oben: „Niveauschwankungen“) und beginnen aufs neue ihren Lebenszyklus.

Ergänzungen der vorhergegangenen Beschreibungen und kurze Charakteristika einiger Kleingewässer.

Als Ergänzung der Lynceus- und Erlenbeckenbeschreibung bin ich noch in der Lage, einige Bemerkungen über die Flora dieser Becken anzuführen¹⁾. Am zahlreichsten sind im Lynceusbecken die *Alisma plantago*, und *Glyceria fluitans* hervorgetreten. Sie haben auch am meisten zum Bewachsen des Beckens beigetragen, so dass dasletzte schon Ende Juni nur einen sehr kleinen freien Wasserspiegel, ca. $\frac{1}{5}$ der Gesamtfläche besass. Bereits im Mai liess sich in der seichten Stellen die Anwesenheit von versunkenen aus *Ranunculus repens*, *Cardamine amara*, *Galium uliginosum*, *Stellaria uliginosa*, *Lysimachia thyrsoiflora*, *Veronica Beccabunga* und *Ranunculus flammaea* (zahlreich) zusammenfassenden Wiesen bemerkbar machen. Ausserdem hat man das Auftreten von *Sparganium simplex* und *Potamogeton* sp. sowie am Ufer von *Carex gracilis* und *Carex vulpina* festgestellt. Das Erlenbecken ist an Sumpfpflanzen sehr arm, man konnte nur einzelne Exemplare der *Carex riparia* vorfinden.

In fast allen vorhergegangenen, beinahe ausschliesslich den Lynceus- und Erlenbecken gewidmeten Kapiteln, erwähnte ich

¹⁾ Die unten angeführten Pflanzen wurden durch die Herren Dr. R. Kobenz und Dr. T. a. d. W i s n i e w s k i bestimmt, denen ich dafür an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche.

vorübergehend noch einige andere Kleingewässer in der Gegend der Hydrobiologischen Wigry-Station, mit denen ich in Berührung kam. Meistens fand es statt, als irgendeine ihrer Eigenschaften mir besonders beachtenswert schien. Unten folgen kurze Beschreibungen dieser Becken; obwohl mein diesbezügliches Material geringfügig ist, nehme ich an, dass es insoferne von Bedeutung ist, als ich auch über einiges Material von der Fauna dieser Becken, das ich später zu publizieren beabsichtige, verfüge.

Elodeabecken. Beckenform fast rund. Oberfläche ca. 16 m². Maximaltiefe 40 cm. Lehmboden. Die Lehmsuspension verfärbt das Wasser gelb und bewirkt seine geringe Durchsichtigkeit (ca. 22 cm). pH 7.6 (27.V), 7.5 (10.VI) und 7.6 (20.VII). Wasserhärte beträgt 7.5 deutsche Grade. Temperaturverhältnisse: Lufttemperatur 13.2^o, Wasseroberfläche—14.8^o, 15 cm—14.4^o, 30 cm—14^o, 40 cm—13^o. 20.VII. 12^h: Lufttemperatur 22.8^o. Wasseroberfläche—24^o, 5 cm—21.8^o, 10 cm—19.4^o, 15 cm—18^o. Die Sauerstoffverhältnisse wurden in Kapitel über Sauerstoff besprochen. Der kleinere südliche Teil des Beckens ist mit *Carex*-pflanzen bewachsen (*Carex riparia*, *C. vesicaria*, *C. goodenoughi*), im grosseren Teil wuchert sehr üppig *Elodea*¹⁾, die bis zur Wasseroberfläche reicht und vollständig das Becken ausfüllt. Dieses Becken ist vom Wigryseeufer, das hier sehr niedrig ist, um einige Zehnmeter entfernt. Dieser Nähe verdankt es, dass es trotz seiner geringen Ausmasse nicht austrocknet; zweifellos durchsickert hierher Wasser vom Wigrysee. Das Becken ist vollständig ungeschützt.

Euchroabecken. Schmalere im sumpfigen Terrain gelegener Graben, der zur Gänze mit einem Moosteppich bedeckt ist. Im Hochsommer ist das Becken ganz von *Calla palustris* bedeckt, die eine kompakte Masse bildet. In dieser Zeit bilden die Pflanzen eine täuschende Oberflächenbedeckung des ziemlich tiefen Grabens. Temperatur am 15.VI, 12^h: Lufttemperatur 21^o, Wasseroberflächetemperatur—22.4^o, 10 cm—15.8^o, 15 cm—15^o, pH—7.7 (10.V und 15.VI). Gesamthärte des Wassers am 10.V—10.2, am 15.VI—11.0 deutscher Grade. Der Sauerstoffgehalt an der Wasseroberfläche beträgt am 15.VI—5.6 cm³, L—93,6^o/o O₂ der Sättigung.

1) Wahrscheinlich vom Wigrysee verschleppt.

Lemnabecken. Grosser und tiefer, in der Nähe des Euschroabeckens gelegener und mit ihm verbundener Graben. Drinnen findet man grosse Massen von *Lemna trisuleca* vor. Temperatur vgl. Kapitel über die Thermik. Härte 11.0 Grade (15.VI). Sauerstoffgehalt—vgl. Tab. 12.

Waldbecken. Dieses Becken besitzt eine beträchtliche Oberfläche und eine Maximaltiefe, die am 27.V 25 cm beträgt. Am 20.VII ist das Becken fast vollständig ausgetrocknet, es blieben nur zwei mit Wasser gefüllte, 5 cm tiefe Löcher zurück. Temperatur am 27.V, 12h: Lufttemperatur 23.8°, 5 cm—16.6°, 10 cm—14.8°. Am 20.VII Lufttemperatur 19.5°, Wassertemperatur 16.2° (vgl. ebenfalls das Kapitel über die Thermik). pH am 27.V —6.45, am 20.VII—6.25; Härte am 27.V und 20.VII—1.1, und 1.2 deutscher Grade. Sauerstoff—vgl. Tab. 12.

Osiniak repräsentiert ein Becken von ziemlich grosser Oberfläche. Am 17.VI beträgt die Tiefe auf dem fast ganzen Gebiete 10—15, stellenweise sogar 30 cm. Das Becken ist ganz mit Sumpfpflanzen bedeckt, hier und da findet man beträchtliche von *Carex* und *Acorus calamus* gebildete Stellen. Die Wasserfarbe erinnert an die eines starken Tees. Am 15.VI ist das Becken in grossen Ausmassen ausgetrocknet. Die am häufigsten vorgefundene Tiefe beträgt 5 cm. Temperatur am 17.VI: Lufttemperatur 21.6°, Wasseroberflächentemperatur (das Ufer liegt im Schatten) 22.5°, 8 cm—21.2°, 15 cm—19°. Am 25.VII: Lufttemperatur 24.6°, Wasseroberfläche in der Sonne—26°, im Schatten 18.2°. pH (17.VI)—6.8, 25.VII—6.5, 16.VIII—6.9. Härte: 17.VI—1.21.VII — 1.1, 16.VIII — 1.2 Grade. Sauerstoff—vgl. Tab. 12.

Mesostomabecken. Ziemlich grosses, grösstenteils beschattetes Becken von ca. 30 cm Tiefe. Temperatur am 17.VI: Lufttemperatur 19.6°, Wasseroberflächentemperatur 17.9°. pH—7.4. Härte—4.1 Grade, Sauerstoff—vgl. Tab. 12.

Das Problem der Klassifikation der Kleingewässer wurde hier nicht näher erörtert, indem ich der Ansicht bin, dass die bisnun leider unzulängliche Kenntnis ihrer Haupteigenschaften eine richtige Klassifizierung der Kleingewässer kaum ermöglicht. Was die bis jetzt in der Literatur sich befindenden Einteilungsversuche dieser Gewässer anbetrifft, so hoffe ich sie in einer anderen Arbeit besprechen zu können.

Literaturverzeichnis.

1. A I m G., 1926. Notizen über Uferwassertemperaturen der Seen im Frühling. Arch. f. Hydrob. Bd. 17.—2. B i n d e m a n n, 1921. Die Verdunstungsmessungen der Preuss. Landesanstalt für Gewässerkunde am Grimnitz- und Werbellinsee. Jahrb. f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands. Bes. Mitt. Bd. 3. Berlin.—3. B o l d y r e w a N. W., 1926. Zur Untersuchung des Lebens der Wiesensümpfe des Oka-Überschwemmungsgebietes. Arbeiten d. Biol. Oka-Stat. Bd. 4. (russisch mit deutschem Resumé).—4. D e c k s b a c h N. K., 1931. Studien an den Teichen der Kossino-Umgegend (bei Moskau) auf regional-limnologischer Grundlage. Arb. d. Limnol. Stat. zu Kossino (russisch mit deutschem Resumé).—5. G a v a z z i ¹⁾. Die Plitvicer Seen. Glasnik der kroatischen Naturf. Ges. Bd. 15. Agram.—6. G r e s e B. S., 1929. Zur Biologie periodischer Kleingewässer. Russ. Hydrob. Zeitschr. Bd. 8. (russisch mit deutschem Resumé).—7. H a l b f a s s W., 1920. Die Thermik der Klingenberger Talsperre in Sachsen. Int. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. 9.—8. H a l b f a s s W., 1923. Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde. Berlin.—9. K l a u s e n e r, 1908. Die Blutseen der Hochalpen. Int. Rev. Hydrob. Bd. 1.—10. H a r n i s c h O., 1929. Die Biologie der Moore. Die Binnengewässer. Bd. 7.—11. K r a m p n e r A., 1928. Wandlungen der Kruster- und Rotatorien-Fauna. Int. Rev. Hydrob. Bd. 19.—12. L e v a n d e r K. M., 1900. Zur Kenntnis des Lebens in den stehenden Kleingewässern auf den Skäreninseln. Acta pro Fauna et Flora Fennica. Bd. 18.—13. M o s z y ń s k i e t J a k u b i s i a k., 1931. Quelques données hydrographiques des environs de Pińsk en Polésie. Archiwum Hydrobiol. Ryb. Suwałki (polnisch mit französischem Resumé).—14. M o u r a v e i s k y S., 1931. Morphometrie des Sees Glubokoje. Arb. d. Limnol. Stat. zu Kossino. Moskau. (russisch mit deutschem Resumé).—15. M u r r a y J., 1911. The annual history of a periodical pond. Int. Rev. d. ges. Hydrob. Bd. 4.—16. P e s t a O., 1929. Der Hochgebirgssee der Alpen. Die Binnengewässer. Bd. 7.—17. P r e n n F., 1930. Aus der Nordtiroler Libellenfauna. 3. Zur Biologie von *Leucorrhinia dubia*, (Vand.). Verh. d. Zool.-Bot. Ges. Bd. 79.—18. R e z v o j P. D., 1928. Zur morphologischen Charakteristik der stehenden Gewässer. Russ. Hydrob. Zeitschr. Bd. 8. (russisch mit deutschem Resumé).—19. R o s s o l i m o L. L., 1928. Materialien zur Hydrographie und zur Kenntnis des Planktons einiger Gewässer der Mestschera-Niederung. Arb. d. Biol. St. zu Kossino.—20. R u t t n e r F., 1931. Hydrographische und hydrochemische Beobachtungen auf Java, Sumatra und Bali. Arch. f. Hydrob. Tropische Binnengewässer. Suppl. Bd. 8.—21. R y l o v W. M., 1924. Einige Beobachtungen über den Einfluss der Schwefelwasserstoffgärung in den Schlammersedimenten kleiner Gewässer auf die Produktion und die vertikale Verteilung des Zooplanktons. Verh. Int. Ver. Limn. Bd. 2.—22. R y l o v W. M., 1925. Beiträge zur Kenntnis der Hochproduktionen des Heleoplanktons. Int. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. 13.—23. S c h o s t a k o w i t s c h., 1910. Jährliche Wärmeumsatz im See Sardonach. Bull. Ac. Imp. Sc. St-Petersburg.—24. S e d l m e y e r K. A., 1931. Ein Beitrag zu Kli-

1) Zit. nach H a l b f a s s, 1923.

matologie des Teiches. Zeitschr. f. Fischerei und deren Hilfswissenschaften. Bd. 29.—25. Shadin W. I., 1926. Zur Biologie der Süßwassermollusken vorübergehender Gewässer. Russ. Hydrob. Zeitschr. Bd. 5. (russisch mit deutschem Resumé).—26. Spandl H., 1926. Die Tierwelt vorübergehender Gewässer Mitteleuropas. Arch. f. Hydrob. Bd. 16.—27. Stirnimann F., 1926. Faunistisch-biologische Studien an den Seen und Tümpeln des Grimselüberganges. Int. Rev. d. ges. Hydr. u. Hydrogr. Bd. 16.—28. Thienemann A., 1928. Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnengewässer. Bd. 4.—29. Weimann R., 1933. Hydrobiologische und hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. Beihefte zum Bot. Centralbl. Bd. 51.—30. Wereschtschagin G., 1927. Eine neue einfache Vorrichtung zur Entnahme von Wasserproben in flachen Gewässern. Russ. Hydrob. Zeitschr. Bd. 6. (russisch).—31. Woronkow N. und Korsunskij D., 1910. K biologii mielkich wodojomow. Arb. d. Hydr. St. am Glubokojesee. Bd. 3. (russisch). — 32. Wesenberg-Lund C., 1912. Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und deren Bedeutung. Int. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. 5.—33. Zinoviev A. P., 1931. The waters of the Troitsk Forest-Steppe Reserve and the *Phyllopoda* and *Copepoda* of the same. Trav. de l'Inst. des recherches biol. de Perm. Vol. 3. (russisch mit englischem Resumé).

Errata.

Seite 76 Zeile 3 soll es heissen statt „der Artenbestand verschiedener Wasserbecken im Zusammenhange stehen“: „der Artenbestand verschiedener Wasserbecken sehr stark variierte. Bekanntlich wurde diese Erscheinung an anderen Tiergrupper ebenfalls oft beobachtet und steht zweifellos mit dem verschiedenartigen Charakter der kleinen Wasserbecken im Zusammenhange, was schon ganz oberflächliche unmittelbare Beobachtungen bestätigen“.

JERZY WISZNIEWSKI

**BADANIA EKOLOGICZNE NAD PSAMMONEM
ZE SZCZEGÓLNM UWZGLĘDNIENIEM WROTKÓW**

**RECHERCHES ÉCOLOGIQUES SUR LE PSAMMON
ET SPÉCIALEMENT SUR LES ROTIFÈRES PSAMMIQUES**

Streszczenie — Résumé.

Praca niniejsza¹⁾ ma na celu analizę ekologiczną zespołu wrotków, zamieszkujących wilgotne piaski nadbrzeżne, położone bezpośrednio ponad poziomem wody różnego typu zbiorników słodkowodnych. Staram się dać w niej ogólny obraz omawianego biotopu jako całości oraz przedstawić wzajemne stosunki pomiędzy biotopem i zamieszkującą go biocenozą, której ważny i charakterystyczny składnik stanowią wrotki.

Srodowisko, złożone z wilgotnego piasku, wydaje się na pozór skrajnie niedogodnym dla rozwoju bogatszego życia organizmów wodnych, to też jest przyjęty ogólnie w literaturze hydrobiologicznej pogląd o ubóstwie życia na tem podłożu, prawie że o „jałowości” piasków, zarówno podwodnych, jak — tembardziejziej — wynurzonych. Należy jednak wspomnieć, że liczni autorzy (GIARD, HERDMAN, de BEAUCHAMP, REMANE, MEIXNER) już od dość dawna zwrócili uwagę na swoistą faunę piasków wybrzeży morskich, ostatnio zaś SASSUCHIN wraz ze współpra-

1) Wykonanie pracy umożliwione zostało w znacznej mierze dzięki za-
siłkowi, przyznanemu autorowi przez Fundusz Kultury Narodowej.

cownikami (KABANOV i NEISWESTNOVA) stwierdził, iż wilgotne plaże piaszczyste nad rz. Oką są siedliskiem bogatego życia mikroorganizmów roślinnych i zwierzęcych (*Protozoa* i *Metazoa*), pozostających w stanie kompletnej aktywności. Jednocześnie autorzy ci dokonali pierwszych prób analizy ekologicznej tego środowiska (1927), a dalsze prace SASSUCHINA (1930, 1931) dodały jeszcze nieco nowych szczegółów, ilustrujących omawiane zagadnienie. W ostatnich czasach WILSON (1932) znalazł swoistą dla wilgotnych piasków faunę *Copepoda*, a BRUCE (1928) przeprowadził próbę analizy ekologicznej środowiska piaszczystych plaż nadmorskich.

Studja, których wyniki podałem częściowo w trzech notatkach tymczasowych (1932, 1933 i 1934a) oraz w dwóch pracach definitywnych (1934b i 1934c), wykazały, iż plaże nadjezierne zamieszkiwane są przez zespół organizmów analogiczny do tego, jaki SASSUCHIN, KABANOV i NEISWESTNOVA (1927) znaleźli nad brzegami rz. Oki i określili odrębnym terminem „psammon” lub „mikropsammon”¹⁾). Badania moje, dotyczące ściśle określonej grupy zwierzęcej (*Rotatoria*), pozwoliły przedewszystkiem uzupełnić wyniki autorów rosyjskich ważnem stwierdzeniem swoistości składu jakościowego fauny wrotków psammonowych. Ponadto bliższe poznanie strefy jeziornej, zamieszkiwanej przez psammon, skłoniło mnie (1934a) do wyodrębnienia tej części litoralu, które za swe podłoże ma piasek, i oznaczenia jej nazwą „psammolitoral”. Z drugiej strony, analiza biocoenozy pozwoliła na wyróżnienie w jej ramach trzech formacji niższego rzędu, dla których zaproponowałem nazwy: „hydro-psammon”, „hygropsammon” i „eupsammon”. Terminy te zostaną dokładniej zdefiniowane poniżej.

Badania, stanowiące podstawę obecnej pracy, były przeprowadzone na Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach w latach 1931—1933. Kierownikowi tej instytucji, p. dr. A. LITYŃSKIEMU, winien jestem szczerą wdzięczność za poparcie i życzliwość, z którą odnosił się stale do mojej pracy. Kolegom moim, pp. dr.

1) Używam przymiotnika pochodnego „psammonowy”, gdyż druga najsuważąca się forma „psammiczny” jest—jak sędzę—obca duchowi języka polskiego i zapewne nie przyjęłaby się, podobnie jak forma „planktyczny” nie wyparła powszechnie używanej formy „planktonowy”.

M. GIEYSZTOROWI i dr. Z. KOŹMIŃSKIEMU, wyrażam serdeczne podziękowanie za przyjazną pomoc, udzielaną mi niejednokrotnie w pracy laboratoryjnej i terenowej.

Badania dotyczyły psammolitoralu szeregu zbiorników słodkowodnych, przy czem specjalna uwaga była zwrócona na części wynurzone plaż. Materiały pochodziły głównie z jeziora Wigry; ponadto były dokonywane obserwacje na następujących jeziorach suwalskich: Białe Wigierskie, Leszczówek, Długie Wigierskie, Muliczne, Okragłe, Suchary Wigierskie, Perty, Gałęziste, Dowcień, Żubrowo, Blizno, Busznica, Okmin, Okminek, Uzewo, Jemieliste, Lanowicze, Hańcza, Bocznal Hańczański, Szelment Wielki, Gaładuś, Jaczne, Kamendul i Uzdziejek. Poza tem miałem sposobność opracować pewną ilość próbek z Gr. Plöner See i Dieksee w Holsztynji oraz z rzeki Bugu pod miejscowością Fronolów (pow. Siedlice).

Poszczególne jeziora mają psammolitoral wykształcony w bardzo rozmaitym stopniu, niektóre z nich silnie zeutrofizowane lub zdystrofizowane są pozbawione tego typu wybrzeży. Jezioro Wigierskie posiada dobrze wykształcone plaże piaszczyste (fotografie na tabl. 1—2) na znacznej przestrzeni swych brzegów, szerokość ich jednak jest naogół ograniczona i nawet w okresie letnim, przy niskim stanie wody, zazwyczaj nie przekracza kilkudziesięciu cm; jedynie w kilku miejscach (Wysoki Węgieł, zatoka Hańczańska, przy wsi Rosochaty Róg—stanowiska te, jak też i pozostałe punkty, skąd brano były próbki do badań, oznaczone są na mapce, rys. 2) tworzą się języki, wyciągnięte daleko w jezioro i dochodzące do 3 m szerokości. W ciągu roku szerokość plaż ulega stałym wahaniom przede wszystkim w związku z oscylacjami poziomu jeziora (wykres 1), których amplituda roczna nie przekracza zresztą na Wigrach 40 cm.

Od strony jeziora piasek zazwyczaj szybko ustępuje miejsca kredzie jeziornej lub innym osadom litoralnym, od strony zaś brzegu plaża piaszczysta wznosi się mniej lub więcej stromo aż do linii, zaznaczonej przez najwyższy poziom wody w jeziorze. To położenie topograficzne plaży określa już pewną ważną cechę psammolitoralu, a mianowicie jego skrajną „lotyczność”: fale nader często uderzają o plaże, powodując znaczne zabu-

rzenia w układzie ziarenek piasku, a często radykalnie zmieniając konfigurację całych fragmentów wybrzeża. Czynnikiem więc, który w życiu psammolitoralu odgrywa za pośrednictwem fal znaczną rolę, są wiatry. Należy zaznaczyć, iż okresy bezwietrzne, a zatem umożliwiające pewną stabilizację stosunków na plażach, nie są wcale rzadkie, gdyż np. na Wigrach cisza była w miesiącach letnich (1922—1931) notowana mniej więcej podczas około 25% obserwacji meteorologicznych, a średnia miesięczna siła wiatru (za okres 10 lat) waha się zaledwie od 2.0 do 2.7 m/sek. To jednak wystarcza, by wiatry wprowadzały w życie plaży moment wybitnej niestałości. Z drugiej strony znaczenie działania fal polega na tem, że nanoszą one na plażę pokaźne ilości detritusu, który częściowo rozkładając się na miejscu wzbogaca plażę w substancje organiczne.

Środowisko, które obecnie omawiamy, składa się z dwóch głównych elementów: piasku i wody, stanowiących razem swoisty rodzaj gleby, będącej budulcem psammolitoralu. Dokładne badanie wzajemnych związków między temi obydwoma składnikami wkraczałoby już właściwie w dziedzinę gleboznawstwa i wymagałoby stosowania specjalnych metod; ograniczę się więc tutaj do podania pewnych danych orientacyjnych. Stosunek objętościowy wody i piasku w danej masie piasku wilgotnego zależy m. in. w znacznej mierze od włoskowatości drobnych przestrzeni międzyziarnkowych, wypełnionych wodą, a zatem w praktyce zależy też pośrednio od wielkości ziarn samego piasku. Tuż ponad granicą wody piasek jest nasycony wodą, która kompletnie wypełnia wolne przestrzenie między ziarnkami. Stosunek wagowy wody do piasku waha się w tych strefach plaży od 15.8% do 29.7%, zależnie od rozmiarów ziarn piasku na danej plaży. W miarę oddalania się od granicy wody ilość wody, zawartej w piasku na powierzchni plaży, stopniowo się zmniejsza, a na jej miejscu zaczyna ukazywać się powietrze, które wkońcu wypełnia prawie całkowicie przestrzenie międzyziarnkowe, tak że wreszcie drobne ilości wody utrzymują się jedynie w miejscach zetknięcia się ziarn piasku. W zależności od stosunku, jaki w danej masie wilgotnego piasku zachodzi między piaskiem, wodą i powietrzem, mówimy o stanie „kapilarnym”, „funikularnym”, lub „pendularnym” wody (VERSLUYS 1917 wg. MITSCHERLICH 1923); stosunki te ilustruje fig. 3. Stałe parowanie wody

z powierzchni plaży powoduje ciągłe odnawianie się zapasu wilgoci, gdyż świeże ilości wody wciąż wznoszą się dzięki włoskowatości z jeziora, zastępując wodę wyparowaną.

Skład chemiczny wody nasycającej piasek plaż bardzo znacznie odbiega pod wieloma względami od składu wody sąsiedniego jeziora¹⁾. W lecie, w okresie ciszy i upałów, sucha pozostałość wody z piasku, pozostałość po żarzeniu i twardość całkowita wyraźnie przewyższają odpowiednie cechy wody jeziornej. Tak np. najwyższa znaleziona wartość suchej pozostałości wynosiła 605 mg/l, gdy dla wody wigierskiej—189 mg/l. Twardość wody, nasycającej piasek dochodziła do 20.8 stopni niemieckich, przy 8.6 stop., właściwych dla wody jez. Wigierskiego. Trzeba przytem podkreślić, że poważne różnice zaznaczają się już całkiem niedaleko ponad granicą wody, tak że np. woda pobrana z odległości 40 cm ponad tą granicą wykazuje często twardość o 100% większą, niż woda jeziorna.

Jeszcze większe różnice wykazuje zawartość żelaza (Fe^{+++}), którego ilość często przekracza 10 mg/l $Fe_2 O_3$, podczas gdy w wodzie jeziornej stwierdzić można tylko ślady (< 0.05 mg/l). Bardzo znaczna jest też utlenialność wody z plaż, będąca do pewnego stopnia miarą ilości rozpuszczonych substancyj organicznych. Cecha ta osiąga na niektórych zanieczyszczonych plażach wartości dochodzące do 53.6 mg/l O_2 , przekraczając wielokrotnie utlenialność wody jeziornej (4.6—9.1 mg/l O_2). W związku z tem ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie z piasku jest nieznaczna i wynosi zazwyczaj zaledwie około 1 cm^3/l , lub nawet spada do 0.

Na swoisty skład chemiczny wody psammolitoralu wpływa z pewnością kilka czynników, przede wszystkim zaś kondensacja, spowodowana ciągłym parowaniem wody z powierzchni plaży, rozkład naniesionych przez wodę substancyj, a także działalność życiowa organizmów psammonowych.

Termika wynurzonych części psammolitoralu przedstawia się nadzwyczaj charakterystycznie. Jest ona regulowana dwoma przede wszystkim czynnikami: bezpośrednią

1) Metoda pobierania wody z piasku polega na ostrożnym ssaniu jej przy pomocy pipety o niezweźonym końcu, opartym na kawałku wilgotnej, gęstej gazy młynarskiej, położonej swobodnie na powierzchni plaży.

insolacją oraz stałym parowaniem wody z powierzchni plaży. Insolacja powoduje, iż powierzchnia plaży osiąga w słoneczne dnie b. wysokie temperatury (do 35.5^o), przyczem poziomy rozkład temperatur jest wówczas nader swoisty (wykres 5). Tuż ponad granicą wody widzimy mianowicie gwałtowny wzrost temperatury, która następnie w miarę oddalania termometru utrzymuje się początkowo bez większych zmian, dalej zaś wykazuje powolny spadek. W ten sposób tuż ponad granicą wody (20—40 cm od niej) powstaje wyraźne maksimum termiczne. Ten typowy kształt insolacyjnej krzywej termicznej da się prawdopodobnie wytłumaczyć antagonizycznym działaniem insolacji i parowania wody z powierzchni piasku w związku ze specjalnym „mikroklimatem” plaży, t. zn. swoistym rozkładem wilgotności względnej powietrza w warstwie położonej bezpośrednio nad powierzchnią piasku (1 cm). Pomiaru wykonane kilkakrotnie psychrometrem aspiracyjnym ASSMANN wykazały, że tuż ponad linią wody wilgotność względna powietrza nad piaskiem jest nawet nieco większa, niż nad samą wodą (wykres 6). Jest to wynikiem ustalenia się pewnej równowagi między silnym nagraniem insolacyjnym plaży i parowaniem wody, które tutaj zachodzi stosunkowo słabo, gdyż jest hamowane znaczną wilgotnością powietrza; insolacja zatem może w tej właśnie strefie powodować ogrzewanie się powierzchni piasku do najwyższych temperatur. Nieco dalej ilość wody, zawartej w powierzchniowych warstwach piasku, zmniejsza się i co za tem idzie zmniejsza się też wilgotność powietrza nad piaskiem, a to znów zezwala na intensywniejsze parowanie wody, obniżające temperaturę powierzchni plaży.

Na plażach stale zacienionych, a także na wszystkich plażach w czasie pogody bezsłonecznej i podczas nocy insolacja przestaje odgrywać rolę i wówczas niekompensowane działanie oziębiające parowania obniża temperaturę plaży poniżej temperatury powietrza. Przebieg krzywych termicznych jest wówczas oczywiście zupełnie inny (wykres 7 i 8), gdyż ponad granicą wody daje się stwierdzić dość gwałtowny spadek temperatury.

Obie wyżej wspomniane okoliczności (wysokie temperatury insolacyjne i oziębienie nocne) składają się na ważną cechę psammolitoralu, a mianowicie na jego skrajny astatyzm termiczny. Dobowe amplitudy wahań temperatury osiągają tu

wielkości ogromne (powyżej 20°), niezwykle, jeśli chodzi o środowisko, zamieszkałe przez organizmy wodne. Zmiany temperatury zachodzą na powierzchni plaż nadzwyczaj szybko: jeśli zasłonić ekranem pewien odcinek insolowanej plaży, to już po 5 min. temperatura spaść może o 3°, a po godzinie różnica w porównaniu ze stanem początkowym wyniesie 8° (wykres 9). W naturze podobne zmiany towarzyszyć mogą tak pospolitym zjawiskom, jak kolejne zasłanianie i odsłanianie słońca przez chmury.

Jeśli chodzi o stosunki termiczne, to nasuwa się przede wszystkim porównanie psammolitoralu do innych części litoralu jeziornego, gdzie temperatury insolacyjne grają również znaczną rolę (WESENBERG-LUND 1912, ALM 1926). Z drugiej strony pewne analogie przedstawiają drobne zbiorniki (WEIMANN 1933, GIEYSZTOR 1934), jednak psammolitoral stanowi pod każdym względem—jeśli chodzi o termikę—biotop skrajny. Dość ważne analogie wykazać też można między psammolitoralem i kożuchami *Sphagnum* i to nie tylko pod względem termicznym, lecz także co się tyczy np. wysokiej utlenialności wody, stosunków przestrzennych i t. p. Podobieństwa te znajdują, jak zobaczymy poniżej, pewne odzwierciedlenie w wyraźnych zbieżnościach faunistycznych.

W cyklu rocznym życia psammolitoralu poszczególne czynniki ekologiczne ulegają dużym wahaniom, przyczem można wyróżnić 4 zasadnicze okresy:

1. Wiosna (połowa kwietnia—połowa maja) rozpoczyna się z chwilą uwolnienia plaż od lodu; poziom jeziora z wolna opada; temperatura powietrza wzrasta, zwiększa się też koncentracja elektrolitów i substancyj organicznych w wodzie plaż; dużo detritusu.

2. Lato (połowa maja—połowa sierpnia); szerokość plaż osiąga swe maksimum; na powierzchni skrajnych części plaż pojawia się warstewka suchego piasku; wysokie temperatury insolacyjne; duże stężenie elektrolitów i wysoka utlenialność.

3. Jesień (połowa sierpnia—koniec października); poziom jeziora wznosi się; temperatura powietrza z wolna spada; stopniowe dalsze oczyszczanie się plaż; spadek koncentracji elektrolitów i utlenialności; cała powierzchnia plaż—wilgotna.

4. Zima (pierwsze przymrozki—połowa kwietnia); początkowo—jak koniec jesieni; następnie—plaże pod lodem.

Reasumując wszystko, co powiedzieliśmy wyżej, stwierdzić należy, że psammolitoral reprezentuje swoisty biotop, którego części wynurzone pozornie należą już do ładu, lecz w którym drobne ilości wody, zawarte między ziarnkami piasku, umożliwiają życie organizmom par excellence wodnym. Poszczególne cechy ekologiczne wykazują bardzo charakterystyczny rozkład poziomy (wykres 10), co wiąże się ściśle ze sprawą wyodrębnienia trzech formacji wspomnianych wyżej i do czego jeszcze powrócimy na końcu pracy.

Wśród wrotków, na które była zwrócona specjalna uwaga w czasie badań nad psammonem¹⁾, stwierdzono obecność w tym zespole 82 gatunków, wśród których znalazło się 14 dotychczas nieznanych (por. WISZNIEWSKI 1934c).

Są to mianowicie:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Cephalodella compacta</i> | 8. <i>Myersina tetraglena</i> |
| 2. „ <i>megalotrocha</i> | 9. <i>Wierzejskiella velox</i> |
| 3. „ <i>remanei</i> | 10. „ <i>sabulosa</i> |
| 4. <i>Lindia janickii</i> | 11. <i>Wigrella depressa</i> |
| 5. <i>Dicranophorus leptodon</i> | 12. <i>Diurella pygocera</i> |
| 6. „ <i>hercules</i> | 13. <i>Elosa spinifera</i> |
| 7. „ <i>hercules capucinoides</i> | 14. <i>Monostyla psammophila</i> |

Pod względem występowania ilościowego największą rolę odgrywają w psammonie Wigier następujące gatunki:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Cephalodella catellina</i> | 8. <i>Lecane clara</i> |
| 2. „ <i>gibba</i> | 9. „ <i>levistyla</i> |
| 3. „ <i>auriculata</i> | 10. <i>Monostyla psammophila</i> |
| 4. <i>Wierzejskiella velox</i> | 11. „ <i>closterocerca</i> |
| 5. „ <i>sabulosa</i> | 12. <i>Lepadella patella</i> |
| 6. <i>Diurella taurocephala</i> | 13. <i>Colurella colurus</i> |
| 7. <i>Elosa spinifera</i> | |

¹⁾ Metoda przygotowywania materiału do badań faunistycznych polega na następującym zabiegu: z powierzchni plaży zgarniamy warstewkę piasku do głębokości mniej więcej $1/2$ cm, napełniając w ten sposób próbówkę pojemności około 40 cm³. W laboratorium piasek ten przerzucamy do większego słoiczka i zalewamy wodą, filtrowaną dwukrotnie, w ilości połowy objętości piasku. Następnie słoik silnie wstrząsamy i, gdy tylko piasek opadnie, zlewamy wodę wraz z zawartymi w niej organizmami; płókanie takie należy powtórzyć kilkakrotnie. Podobny zabieg stosować można do próbek ilościowych, pobranych z powierzchni plaży przy pomocy prostej miarki o ściśle oznaczonej powierzchni (1 cm² lub $2\frac{1}{2}$ cm²) i objętości.

Jednak niewszystkie gatunki wrotków w jednakowym stopniu związane są z zamieszkiwaniem przez się środowiskiem; na podstawie dotychczasowych wyników możemy pod tym względem wyróżnić 3 grupy (analogicznie do podziału THIENEMANNA 1925):

1. *Psammobionty*, t. j. gatunki znane dotychczas tylko z psammolitoralu, w innych zaś środowiskach występujące prawdopodobnie jedynie przypadkowo:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Lindia janickii</i> | 9. <i>Flosa spinifera</i> |
| 2. <i>Cephalodella compacta</i> | 10. <i>Lecane levistyla</i> |
| 3. <i>Dicranophorus hercules</i> var. | 11. <i>Monostyla psammophila</i> |
| 4. <i>Encentrum diglandula</i> | 12. <i>Cephalodella megalotrocha</i> |
| 5. <i>Wierzejskiella velox</i> | 13. " <i>remanei</i> |
| 6. " <i>sabulosa</i> | 14. <i>Dicranophorus leptodon</i> |
| 7. <i>Diurella taurocephala</i> | 15. <i>Myersina tetraglena</i> |
| 8. " <i>pygocera</i> | 16. <i>Wigrella depressa</i> |

2. *Psammofile*, występujące w psammonie licznie, znane jednak także i w innych biotopach, lub nieliczne w psammonie, lecz b. rzadkie gdzieindziej:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. <i>Cephalodella catellina</i> | 12. <i>Cephalodella tachyphora</i> |
| 2. " <i>gibba</i> | 13. <i>Dicranophorus lütkeni</i> |
| 3. " <i>auriculata</i> | 14. <i>Diurella intermedia</i> |
| 4. " <i>gracilis</i> | 15. " <i>tenuior</i> |
| 5. <i>Lepadella patella</i> | 16. <i>Notholca striata labis</i> |
| 6. <i>Colurella colurus</i> | 17. <i>Lecane clara</i> |
| 7. <i>Proales minima</i> | 18. <i>Monostyla closteroerca</i> |
| 8. <i>Bryceella tenella</i> | 19. <i>Rotaria tardigrada</i> |
| 9. <i>Monommata astia</i> | 20. <i>Philodina megalotrocha</i> |
| 10. <i>Cephalodella megaloccephala</i> | 21. <i>Adineta gracilis</i> |
| 11. " <i>ventripes</i> | |

3. *Psammoksenny*, t. j. pozostałe 45 gatunków, które nie odgrywają ważniejszej roli w życiu psammonu i występują tam prawdopodobnie tylko przypadkowo.

Dwie pierwsze grupy, t. zn. psammobionty i psammofile (razem 37 gatunków) nadają oczywiście w pierwszym rzędzie swoiste piętno całemu zespołowi. Najważniejszą rolę odgrywają wśród nich przedstawiciele grup: *Notommatidae* (22 gat.), *Trichocercidae* (5), *Lecaninae* (4) i *Lepadellinae* (2). Jest rzeczą znamionną, że te same grupy wrotków (prócz rzędu *Bdelloidea*, który w psammonie jest stosunkowo nielicznie reprezentowany)

stanowią najważniejszy element fauny wrotków sphagnowych. Możemy ponadto stwierdzić cały szereg form wspólnych dla obu zespołów, lub też szereg gatunków kongenerycznych wzajemnie sobie odpowiadających. W ten sposób znajdujemy faunistyczne odzwierciedlenie wyżej wspomnianych podobieństw ekologicznych między obydwoma zespołami.

Poziome rozmieszczenie życia na plażach wiąże się ściśle z omówionym już rozkładem poziomym poszczególnych czynników ekologicznych. Wyróżniamy pod tym względem w ramach psammonu jeszcze trzy formacje niższego rzędu (por. schemat na rys. 11):

Hydropsammon, zamieszkujący strefę piasków stale zanurzonych, jest zespołem ubogim pod względem jakościowym i ilościowym. Wrotki występują tu zazwyczaj w niewielkiej liczbie; przeważają psammokseny. Tylko nieliczne gatunki (*Cephalodella remanei*, *Dicranophorus leptodon*, *Wigrella depressa* oraz *Cephalodella ventripes*, *C. tachyphora*, *C. auriculata*, *Notholca striata labis* i *Rotaria tardigrada*) wykazują pewną predylekcję do tego zespołu. Zakwity glonów na powierzchni piasku¹⁾ są bardzo rzadkie.

Hygropsammon obejmuje zespół mikroorganizmów, związanych z powierzchnią wynurzonych części plaży bezpośrednio ponad linią wody (aż do odległości mniej więcej 1 m). Strefa ta często zalewana jest przez fale; woda na powierzchni piasku pozostaje w stanie kapilarnym. Glony w zasadzie nie tworzą wyraźnych zakwitów, natomiast życie zwierzęce rozwija się bez porównania bujniej niż w strefie *hydropsammonu* i w innych strefach przyległego zbiornika wodnego. Wrotki, wśród których przeważają psammobionty i psammotile, występują w ogromnych ilościach; w pewnej probce znaleziono np. 3470 egz. wrotków na powierzchni 10 cm² plaży, t. zn. w objętości 5 cm³ wilgotnego piasku; odpowiadałoby to, po przeliczeniu w stosunku do objętości wody, ogromnej ilości 1.550.000 egz. na litr.

Eupsammon zamieszkuje skrajne strefy plaży w odległościach większych niż 1 m od granicy wody. Strefa *eupsammonu* zalewana jest w okresach wysokiego stanu jeziora, a po-

1) Zakwitem nazywam przez analogię do „zakwitów wody” masowy pojaw glonów, nadających piaskowi wyraźne zabarwienie.

zatem dosięgają jej tylko wyjątkowo silne fale. Na powierzchni plaży woda znajduje się w stanie funikularnym; często pojawia się warstewka suchego piasku. Pod nią zakwity glonów tworzą warstwę piasku intensywnie zielonego. Natomiast ilość wrotków nieco się zmniejsza; tylko wyjątkowe gatunki (*Cephalodella gracilis*, *Ceph. compacta*, *Lindia janickii*, a przede wszystkim *Lecane clara*) występują tu liczniej niż w hygropsammonie.

Na każdej plaży dostatecznie szerokiej rozwijają się w zasadzie w pełni lata wszystkie trzy zespoły. Plaże wąskie są jednak często pozbawione eupsammonu, czasami występuje izolowany hydropsammon na ławicach podwodnych, niegraniczących z wynurzonemi plażami, zaś SASSUCHIN (1930) znajdował w stepach kirgiskich zagłębienia wśród wydmy piaszczystych, gdzie woda gruntowa pozwalała rozwinąć się zespołowi, który trzeba by określić jako eupsammon w czystszej postaci.

Co się tyczy rozmieszczenia pionowego życia na plażach, to hygropsammon (a specjalnie wrotki) grupuje się przede wszystkim na samej powierzchni i już na głębokości około $\frac{1}{2}$ cm ilość ich jest zwykle znikoma. Eupsammon, w związku z pojawieniem się na powierzchni plaży w jej skrajnych częściach warstewki suchego piasku, zagłębia się pod nią na głębokość od kilku mm do 2—3 cm. Tam też grupują się wrotki. Tylko jedna *Lecane clara* rozwija się masowo w warstwie pod „zielonym pasmem”, a ponadto jedynie *Wierzejskiella velox*, *Bryceella tenella* i *Encentrum diglandula* kilka razy wystąpiły liczniej na głębokości 1—2 cm, niż na powierzchni.

Rozmieszczenie poszczególnych gatunków na różnych plażach zdaje się być dość jednostajne. Niektóre gatunki (*Lindia janickii*, *Encentrum diglandula*, *Monommata astia*, *Diurella taurocephala*, *Dicranophorus lütkeni*, *Monostyla closterocerca*, *Colurella colurus*) wyraźnie wołają plaże zanieczyszczone o dużej utlenalności wody, podczas gdy inne (*Lecane levistyla*, *Wierzejskiella sabulosa*, *W. velox*, *Bryceella tenella*, *Diurella pygocera*) preferują raczej na plażach czystych.

Również jednostajnie przedstawia się, w świetle dotychczasowych badań, występowanie wrotków psammonowych na wybrzeżach zbiorników wodnych różnych typów. Z jednej strony gatunki, właściwe dla psammonu Wigier, zostały odnalezione w próbkach z jezior Holsztyńskich, a z drugiej strony plaże

rzeczne (Bug pod Fronołowem) są zamieszkałe także przez zupełnie podobny zespół wrotków.

W cyklu rocznym życia psammonu możemy wyróżnić 4 okresy (por. wyżej str. 155):

1. Wiosna: stopniowe budzenie się psammonu, przyczem najpierw ożywia się hydropsammon. Wrotki są naogół nieliczne, główną rolę odgrywają psammofile, a wśród nich przedewszystkiem: *Cephalodella catellina* i *C. ventripes*. Pod koniec tego okresu pojawiają się pierwsze psammobionty, spośród których jednak tylko *Elosa spinifera* występuje nieco liczniej.

2. Lato: początkowo (czerwiec) ogromne maksimum ilościowe licznych gatunków, przeważnie psammofilnych: *Cephalodella auriculata*, *C. gibba*, *Lepadella patella*, *Colurella colurus*, *Monostyla closterocerca* oraz spośród psammobiontów: *Elosa spinifera*, a następnie *Lecane levistyla*, *Monostyla psammophila* i *Diurella taurocephala*. Pojawia się eupsammon. W drugiej połowie lata (lipiec, sierpień) następuje znaczny spadek liczebności wrotków w psammonie. Bez większych zmian utrzymują się tylko: *Mon. psammophila* i *Diurella taurocephala*. W związku z rozwojem eupsammonu, który teraz występuje w typowej postaci, często daje się zauważyć masowy pojaw *Lecane clara*.

3. Jesień: eupsammon stopniowo zanika, natomiast występuje powtórny wzrost ilościowy wrotków (*Cephalodella auriculata*, *Lepadella patella*, *Monostyla psammophila*, *Elosa spinifera* i *Lecane levistyla*) oraz poraz pierwszy występują licznie rzadkie przedtem gatunki: *Wierzejskiella sabulosa*, *W. velox* i *Bryceella tenella*. Jako formy typowo jesienne zjawiają się ponadto: *Cephalodella ventripes*, *C. tachyphora*, *C. remanei* i *Wigrella depressa*. Liczny i powszechny pojaw samców.

4. Zima; poczynając od pierwszych przymrozków nocnych wrotki psammonowe zanikają szybko; następnie plaże pokrywają się lodem.

Większość wrotków psammonowych wykazuje dwa maksyma ilościowe (rys. 12): w pierwszej połowie lata (czerwiec) i na jesieni (koniec września i początek października). Jest rzeczą szczególnie ciekawą, że tylko drugie maksimum, choć mniej wyraźne pod względem ilościowym, wiąże się z okresem płciowym i z pojawem samców u wszystkich prawie gatunków, spo-

tykanych liczniej w tym okresie. Sprawę tę zanalizowałem bliżej w innej pracy (1934 b).

Streszczając w paru zdaniach wyniki, przedstawione w niniejszej pracy, należy podkreślić następujące punkty:

1.—Rozpowszechnione w literaturze hydrobiologicznej mniemanie o ubóstwie życia na podłożu piaszczystym zbiorników wodnych zastosować można z pewną słuszością tylko do strefy piasku podwodnego, gdzie rzeczywiście życie mikroorganizmów jest pod względem ilościowym ubogie. Natomiast części wynurzone plaż są siedzibą bogatego i swoistego życia.

2.—Strefa litoralna zbiornika wodnego, posiadająca za podłoże dno piaszczyste, stanowi wraz z pobrzeżną wynurzoną plażą piaszczystą pewną całość, odznaczającą się swoistymi, spowodowanymi obecnością piasku, warunkami życia, oraz związaną z tem podłożem biocenozą mikroorganizmów; strefa ta określona została odrębnym terminem: psammolitoral.

3.—Psammolitoral, jako biotop, podzielić można na 2 wyraźnie różne części: strefę piasków podwodnych oraz właściwą plażę wynurzoną. Ostatnią strefę cechują zupełnie swoiste warunki ekologiczne (stosunki przestrzenne, odrębny skład chemiczny wody, nasycającej piasek, odrębna termika, duża niestabilność stosunków, związana z ożywioną działalnością fal).

4.—Zespół organizmów wodnych, zamieszkujących psammolitoral, stanowi swoistą biocenozę, która za SASSUCHINEM, KABANOVEM i NEISWESTNOVĄ nazywamy „psammonem”, lub „mikropsammonem”.

5.—W obrębie tej biocenozy wyróżnić jeszcze można 3 formacje niższego rzędu: hydropsammon, hygropsammon i eupsammon, scharakteryzowane powyżej.

6.—Życie w wilgotnych piaskach odbywa się w całkiem swoistych warunkach, pozornie nadwyraz niekorzystnych, które jednak w rzeczywistości nie tylko nie przeszkadzają bytowaniu właściwych dla tego środowiska mikroorganizmów, lecz przeciwnie, sprzyjają niesłychanie bujnemu rozwojowi niektórych z nich, przyczem centrum rozwojowem zoopsammonu jest strefa hygropsammonu, której w żadnym razie nie można uważać za stopień przejściowy między życiem wodnym, a życiem w dalszych częściach plaż; jest to strefa zupełnie pod każdym względem swoista.

7.—Na wybrzeżach zbiorników słodkowodnych zostały dotąd dokładniej poznane 2 grupy zwierzęce, wchodzące w skład psammonu: *Protozoa*, jeśli sądzić można według danych SASSUCHINA (1926, 1927, 1930, 1931), nie zawierają form ściśle związanych z tem środowiskiem; *Rotatoria*, przeciwnie, wykazują istnienie licznych form psammobiotycznych i psammofilnych. Inne grupy zwierzęce oczekują jeszcze na dokładniejszą analizę systematyczną i ekologiczną.

8. Mikropsammon składa się z organizmów par excellence wodnych, o ograniczonych zdolnościach anabiotycznych. Drobne ilości wody, zawarte między ziarnkami piasku, umożliwiają tym organizmom egzystencję w strefach, należących pozornie do ładu. Psammolitoral rozszerza więc granice zbiornika wodnego poza aktualny poziom wody w zbiorniku; studjum psammonu stanowi właściwy przedmiot hydrobiologii.

9.—Fauna wrotków psammonowych stanowi odrębny zespół, niezależny od składu faunistycznego przyległego zbiornika. Skład gatunkowy tego zespołu wykazuje pewne podobieństwo do zespołu wrotków sphagnowych.

10. — Wrotki psammonowe wykazują charakterystyczny przebieg cyklu życiowego. Maksimum ilościowe letnie nie wiąże się naogół z okresem płciowym, podczas gdy na jesieni prawie wszystkie liczniej w tym czasie występujące wrotki produkują samce.

11.—Wnioski, wyciągnięte w pracy niniejszej, oparte są na szczegółowem studjum jednej tylko grupy zwierzęcej (*Rotatoria*) przy prowizorycznem uwzględnieniu sposobu występowania glonów jako całości. Dopiero jednak potwierdzenie tych wniosków na innych grupach roślinnych i zwierzęcych uzupełni i uwypukli naszkicowany powyżej obraz interesującej biocenozy psammonowej.

I. Avant-propos.

Un milieu sablonneux était depuis longtemps considéré comme se prêtant mal au développement d'une vie quelconque. L'opinion générale était, que seuls des organismes peu nom-

breux, particulièrement adaptés à des conditions vitales désavantageuses, peuvent s'y maintenir et s'y développer. De là vient, que l'idée de „sable” s'associe involontairement dans notre pensée à l'idée de „désert”. Cette opinion sur la pauvreté de la vie sur un substratum sablonneux, se rapporte aussi au sable dont se composent certains fragments du fond des bassins d'eau ou bien dont sont formées leurs beines littorales. Dans les travaux hydrobiologiques, traitant les ensembles animaux du littoral, le substratum sablonneux est caractérisé d'habitude comme pauvre sous le rapport quantitatif et qualitatif. L'opinion de FOREL (1901, p. 182) est sous ce point de vue si caractéristique, qu'elle mérite d'être citée: „Wo reiner Sand... in der Uferbank auftritt, dort treffen wir die ärmste Region. Tierische und pflanzliche Organismen finden allem Anschein nach hier die ihnen notwendigen Lebensbedingungen kaum oder gar nicht... Im allgemeinen kann das Gebiet des Sandes der Uferbank als beinahe steril bezeichnet werden”. Cette phrase émet l'opinion générale, dont le reflet, exprimé d'une manière ou d'une autre, peut être retrouvé dans de nombreux travaux. Seulement au cours des dernières années on se mit à prêter une attention plus soutenue aux microorganismes qui habitent le milieu en question, milieu, qui, en réalité, n'est point si pauvre, que cela pouvait sembler en apparence. Au contraire, sur un substratum sablonneux se développe souvent une vie inopinément riche sous le rapport qualitatif aussi bien que quantitatif, en outre, une vie très particulière et intéressante.

L'ouvrage présent contient les résultats des recherches, poursuivies à la Station Hydrobiologique de Wigry pendant les années 1931, 1932 et 1933 sur l'écologie des Rotifères qui habitent la zone sablonneuse des rives du lac Wigry en premier lieu et de quelques autres bassins aquatiques. Au cours de la première année une attention spéciale fut prêtée à la connaissance de la composition qualitative de la faune des Rotifères de cet ensemble. En 1932 je procédais à une analyse des facteurs écologiques ainsi que de leurs changements au cours de la période annuelle et de leurs relations avec la biocénose. Enfin, durant l'année 1933 certaines observations et les résultats obtenus au cours des deux années précédentes furent vérifiés et complétés.

II. Revue de la bibliographie concernant le sujet.

Dans de nombreux travaux, consacrés à la question du littoral des lacs, on prêtait entre autres une attention à ces parties du littoral, dont le substratum est formé par du sable pur, ou bien mêlé de dépôts de la beine littorale. On pourrait assurément citer beaucoup de travaux de cette sorte, car ce genre de substratum n'est point rare dans les bassins aquatiques de notre strêfe; partout on a exprimé une opinion uniforme sur la pauvreté de la vie animale dans la zone sablonneuse de la rive. Dans la majorité des cas ces mentions se rapportent avant tout à la macrofaune. Comme, au contraire, se sont avant tout les associations des microorganismes qui forment le sujet de cet ouvrage, je ne ferai pas d'analyse détaillée de ce groupe de travaux, me bornant seulement à nommer comme exemples ceux de WESENBERG-LUND (1908), BORNER (1922), LUNDBECK (1926) et BEHNING (1924). Une phrase caractéristique, tirée du travail de ce dernier auteur, mérite d'être citée, comme présentant une illustration bien nette de l'opinion si répandue sur la pauvreté de la vie dans le sable. Cette phrase se rapporte aux couches sablonneuses du fond de la Wolga: „Rein theoretische Betrachtungen liessen diese Sandflächen als leblos erscheinen. Fehlt es hier doch scheinbar an irgendwelchen Nahrungsmitteln für höher organisierte Tiere” (p. 79).

En 1926 SASSUCHIN attira l'attention sur la faune des Protozoaires, peuplant les rives sablonneuses de la rivière Oka, toutefois non pas dans la zone immergée, mais dans celle qui se trouve élevée au-dessus du niveau de l'eau. Il s'agit donc ici de sable humide, d'un milieu qui, du point de vue des „considérations théoriques” semble être encore moins apte à former le substratum d'une riche vie. Cette zone qui, du point de vue topographique appartient déjà plutôt au continent, était jusqu'à présent étudiée seulement accidentellement, à l'occasion de recherches sur certains groupes d'animaux. Ainsi, p. ex., MOSZYŃSKI (1930) en étudiant la faune des Enchytraeïdés terrestres, considérait aussi sommairement les sables riverains humides, en faisant à l'occasion une juste remarque, „que tels milieux ne peuvent pas être comptés parmi les sols sablonneux” et que „la périodicité de l'inondation crée des conditions de vie très particulières pour les *Enchytraeidae*” (p. 73).

De nouvelles recherches de SASSUCHIN et de ses collaborateurs (SASSUCHIN, KABANOV, NEISWESTNOVA 1927; KABANOV, NEISWESTNOVA, SASSUCHIN 1928), constatèrent la présence dans le milieu en question d'une vie de microorganismes végétaux inopinément riche, ainsi que de microorganismes animaux, appartenant à différents groupes de Protozoaires et de Métazoaires, trouvés en état de l'activité complète. Puis, en 1930, SASSUCHIN décrivit la vie des sables humides dans les steppes Kirghiz. Un autre travail de cet auteur, paru en 1931, contient un ample résumé allemand des deux travaux pré-cités (1927 et 1930). Dans le travail de 1927, qui mérite avant tout d'être cité, se trouvent aussi les résultats des premières recherches sur les conditions de vie dans les sables émergés, les analyses de l'humidité, ainsi que des essais de l'analyse de l'eau, saturant la plage. En se basant sur leurs observations, les auteurs ont constaté, que l'ensemble des espèces, vivant sur la plage, forme une biocénose typique, pour laquelle a été proposé un terme spécial: „psammon”¹⁾ ou „micropsammon” (du mot grec ψάμμονος—sable, sur le modèle du terme „edaphon” de FRANCE).

Je citerai ici certaines conclusions des auteurs russes, bien qu'il m'arrivera, au cours de ce travail et en me basant sur mes propres recherches, de contredire quelques unes d'entre elles. Voici donc: „Die Lebensbedingungen im Ufersand stellen einen Übergang zwischen den typischen Lebensbedingungen in Gewässern und diejenigen im Erdboden dar” (S. N. K., 1927, p. 81). La zone de la plage, située au plus près de l'eau du bassin (de 1 à 4.5 m de la limite de l'eau) „hat einen Übergangscharakter von wirklichen Wasserbassin zum Sande. Hier haben wir eine maximale Entwicklung der Protozoen, sogar eine viel reichlichere, als in den anliegenden Gewässern” (1931, p. 374). „Die Fauna des anliegenden Wasserbassins ist ihrem Bestand nach derjenigen sehr ähnlich, die wir hier in dieser Brandungszone (c'est-à-dire la zone de la plage attenante à l'eau) vorfinden” (1931, p. 387). Sous le rapport faunique, SASSUCHIN a soumis à une étude plus consciencieuse la faune des Proto-

1). L'adjectif, dérivant régulièrement de ce nom, sera „psammique” et „psammisch”, sur le modèle des adjectifs employés actuellement „planctique” et „planktisch”.

zoaires, parmi lesquels „keine speziellen nur dem Sande eigenen Formen vorgefunden wurden” (1931, p. 387). Comme il résulte de la table contenant une liste complète des organismes trouvés sur la plage de la rivière Oka (1927, table 4), la même opinion se rapporte aussi à tous les autres groupes végétaux et animaux. Il est particulièrement intéressant de constater, que les Rotifères, étudiés par NEISWESTNOVA, ne font pas exception de cette règle.

D'autre part, déjà depuis un temps assez long on a prêté attention à la faune des sables marins, des zones de la plage immergées ou émergées, soit constamment, soit périodiquement. On y a trouvé une vie abondante et souvent particulière, ainsi que beaucoup d'organismes, propres seulement à cette sorte de milieu et appartenant à de nombreux groupes, comme: *Dinoflagellata* (HERDMAN 1921/24, KOFOID et SWEZY, 1921), *Hydrozoa* (genre *Halammohydra*, REMANE 1927a), *Rhabdocoelida* (GIARD 1904, MEIXNER 1925, 1928, de BEAUCHAMP 1927), *Gastrotricha* (GIARD 1904, REMANE 1926, 1927), *Rotatoria* (REMANE 1929), *Tardigrada* (GIARD 1904), *Protodrilidae* (GIARD 1904, REMANE 1926), naturellement, sans parler ici de nombreux représentants de la macrofaune, liés plus ou moins aux rives sablonneuses de la mer.

Dernièrement, WILSON (1932) trouva une faune particulière de Copépodes peuplant „the sands of the bathing beaches, offshore banks, and fresh-water lakes and ponds”, malgré que „at first the idea of sand as a habitat for copepods seems absurd” (p. 6).

Enfin le travail de BRUCE (1928) qui considère en détails une suite de facteurs écologiques agissant sur la plage marine sablonneuse émergeant pendant le reflux, mérite une mention spéciale.

Les résultats de mes propres recherches ont été publiés en partie dans quelques notes préliminaires. La note de 1932 contient la description de quelques nouvelles espèces, trouvées dans les sables, ainsi qu'une description très sommaire du milieu. L'article de 1933 donne une brève caractéristique écologique du milieu et de la biocénose. Enfin la note de 1934a, présentée au VI-ième Congrès Limnologique à Amsterdam en septembre 1932, contient une esquisse des conditions vitales du

psammon lacustre. Elle se termine par les conclusions suivantes: (1934a, p. 273, en abrégé).

2. „La zone des rives sablonneuses d'un lac est bien définie par rapport aux autres zones limnologiques. Elle mérite d'être séparée sous un nom distinct de *psammolittoral*.

3. Le micropsammon s. l. embrasse l'ensemble des microorganismes aquatiques, vivant sur le substratum sablonneux; sur les rives sablonneuses des lacs on peut distinguer encore trois formations plus spéciales, que je propose de nommer: *hydropsammon*, *hygropsammon* et *eupsammon*.

4. „L'hydropsammon” renferme les microorganismes vivant dans les sables, constamment immergés.

5. „L'hygropsammon” embrasse l'ensemble des microorganismes, liée à la surface des parties exondées de la plage, qui s'étendent immédiatement au-dessus de la limite de l'eau, jusqu'à un mètre environ.

6. „L'eupsammon” renferme les organismes, vivant dans les parties extrêmes de la plage, à partir d'un mètre environ.

7. Parmi les Rotifères on peut nommer les espèces, qui, à l'état actuel de notre connaissance de ce groupe, doivent être définies comme rigoureusement liées à la vie psammique”.

Dans les parties suivantes de ce travail je reviendrai encore à une analyse détaillée des idées pré-citées, ainsi qu'à un exposé de mes conclusions. A l'occasion je ferai remarquer, que mes travaux pré-cités doivent être traités comme notes préliminaires, c'est-à-dire que toutes les données qui s'y trouvent entreront dans les chapitres correspondants du travail présent.

Outre les notes préliminaires pré-citées, les résultats de mes études sont renfermés dans deux travaux définitifs: celui de 1934b concerne la question de l'apparition des mâles chez les Rotifères psammiques ainsi que celle de leurs périodes sexuées. Celui de 1934c renferme une liste complète de Rotifères, que j'ai trouvés dans le psammon et une analyse morphologique et taxonomique de toutes les espèces examinées.

Les recherches, dont je présente actuellement les résultats, avaient deux voies à suivre: d'une part il s'agissait de s'orienter dans les caractéristiques générales d'un biotope si peu connu jusqu'à présent; d'autre part il fallait faire une analyse

biologique de la faune des Rotifères psammiques, comme représentants d'une curieuse biocénose. La première voie, par sa nature même, exigeait fréquemment l'emploi de méthodes spéciales, souvent difficiles pour un biologiste. Aussi le travail présent ne donne-t-il point d'ensemble détaillé des conditions vitales du psammon: j'ai seulement tâché d'obtenir une certaine image approximative qui pourrait permettre une orientation générale dans ces questions. Toutefois il est clair, que parfois j'ai à peine réussi à poser certains problèmes et que beaucoup d'entre eux exigent encore une étude plus détaillée¹⁾.

III. Biotope.

1. Remarques préliminaires; terrain étudié.

L'objet des recherches, qui constituent le sujet du travail présent, c'était le psammolittoral d'une suite de bassins d'eau, c'est-à-dire—dans le sens de la définition pré-citée—ces parties

¹⁾ En résumant, je donne une liste de travaux concernant strictement le psammon d'eau douce (comp. en outre l'index bibliographique à la fin du travail):

Sassuchin, Kabanov, Neiswestnova. 1927. Über die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt der Sandfläche des Okaufers bei Murom. Russ. Gidr. Žurn. VI.

Kabanov, Neiswestnova, Sassuchin. 1928. Über die Sickerquellen der alluvialen Flussufer der Oka. Ibid. VII.

Sassuchin D. N.. 1930. Materialien zur Frage über die Organismen des Flugsandes in den Kirgisensteppen. Ibid. IX.

Sassuchin D. N.. 1931. Lebensbedingungen der Mikrofauna in Sandanschwemmungen der Flüsse und im Triebsand der Wüsten. Arch. für Hydrob. XXII.

Wiszniewski J.. 1932. Les Rotifères des rives sablonneuses du lac Wigry (note préliminaire). Arch. Hydrob. Ryb. VI.

Wiszniewski J.. 1933. O życiu w wilgotnych piaskach. Wszeczeństwo Nr. 1.

Wiszniewski J.. 1934a. Remarques sur les conditions de la vie du psammon lacustre. Verh. IVL. VI.

Wiszniewski J.. 1934b. Les mâles des Rotifères psammiques. Mém. Acad. Sc. Pol.

Wiszniewski J.. 1934c. Les Rotifères psammiques. Ann. Mus. Zool. Pol. X.

du littoral, dont le substratum est formé par du sable. Je prêtai une attention spéciale à la strêfe la plus riche par rapport à la quantité de microorganismes qui s'y développent et la plus curieuse sous beaucoup d'autres rapports—je veux parler de la zone de sables humides, située immédiatement au-dessus de la limite de l'eau en temps de baisse et immergée pendant les crues. En d'autres termes, la zone qui nous intéresse actuellement, constitue une partie de la „gréve inondable” ou bien de la „Zone der Wasserstandamplitude”, ou bien encore une partie de „l'eulittoral” (dans le sens de la classification de NAUMANN et de LENZ, 1928), caractérisée par le rôle important qu'y joue le sable. Néanmoins, les zones de sable, toujours immergées, étaient aussi prises en considération.

Les matériaux étudiés proviennent en majeure partie du lac Wigry, dont les plages étaient explorées systématiquement, en commençant par le moment du dégel complet jusqu'aux nouvelles gelées. D'autres lacs des environs de Suwałki ont fourni des matériaux comparatifs, récoltés d'une manière plus ou moins occasionnelle. Excepté le lac Wigry j'ai étudié au cours de ce travail une suite de lacs situés dans le pays lacustre de Suwałki¹⁾, en prêtant une attention particulière au développement de leur psammolittoral. C'étaient les lacs suivants: Białe Wigierskie, Staw, Leszczówek, Długie Wigierskie, Muliczne, Okraǳe, Suchary Wigierskie, Perty, Gałężyste, Dowcień, Żabrowo, Blizno, Busznica, Okmin, Okminek, Użewo, Jemieliste, Łanowicze, Hańcza, Bocznel, Szelment Wielki, Gaładus, Jaczne, Kamendul i Uździejek.

A part ces lacs, qui constituent naturellement le terrain principal de mes recherches, j'ai examiné plus d'une douzaine d'échantillons provenant des lacs Dieksee et Gr. Plöner See (Holstein), ainsi que des échantillons pris des plages de la rivière Bug près de la localité Fronolów (district de Siedlce, woj. de Lublin).

En se basant sur les observations faites pendant l'étude des bassins d'eau pré-cités, on peut avant tout insister sur le rôle très différent que joue le sable dans la formation du riva-

1) Une suite de données limnographiques, concernant le terrain en question, se trouve chez Lityński (1925) et Pietkiewicz (1928).

ge ainsi que de la beine littorale de divers lacs. Dans certains types de bassins, même les plus étroites zones de sable émergé manquent totalement. Cela se rapporte naturellement en premier lieu aux bassins dystrophisés du type appelé dans les environs de Suwałki du nom de „Suchary”, dont les rives sont entourées de toutes parts d'un cadre ininterrompu de *Sphagnum*.

Quelques lacs fortement eutrophisés, petits (Leszczówek, Jaczne, Kamendul, Uzdziejek et d'autres), ou même assez grands mais peu profonds (Łanowicze) ne possèdent habituellement point de sable riverain. Parfois de petites et sales plages¹⁾ se forment artificiellement aux endroits où viennent souvent les hommes, où accostent les barques ou bien là, où vient s'abreuver le bétail (Gałęziste, Busznica, Uzdziejek).

Les lacs plus grands et plus profonds possèdent en principe plus de sable sur leurs rives (Wigry, Białe, Szelment Wielki). Sous ce rapport le lac Wigry est peut-être le plus riche, car il possède presque sur toute la vaste étendue de ses rives une zone de plages sablonneuses, mais, il est vrai, généralement étroites. Le lac Hańcza—le plus profond et le plus oligotrophe non seulement dans tout le pays lacustre de Suwałki, mais probablement dans tout le pays lacustre baltique en général—a relativement moins de plages que le lac Wigry, ce qui est en rapport avec le grand rôle que jouent les pierres dans la formation de ses rives (voir KOZMIŃSKI 1932, RÜHLE 1932). Toutefois, un de ses caps est terminé par une grande et large langue sablonneuse, dont la longueur atteint 9 m, et qui a fourni de précieux matériaux psammiques. Aussi, p. ex., le lac Użewo possède encore moins de sable que le lac Hańcza, car ses rives sont, sur toute leur étendue, formées de pierres, parmi lesquelles il y a seulement un petit nombre de menus îlots de gros gravier.

Dans le terrain en question il me manquait un sujet qui aurait pu fournir des matériaux pour l'étude de plages fluviales. Les petites rivières qui traversent les différents lacs—surtout la plus importante d'entre elles, Czarna Hańcza—possèdent des rives

1) Je désigne du nom de „plage” une certaine partie définie du psammolittoral, sans égard à sa largeur, parfois très restreinte. Toutes les „plages” d'un lac constituent son „psammolittoral”.

couvertes de végétation, tourbeuses, etc; nulle part elles ne forment de plages distinctes, si caractéristiques pour les grands fleuves de la plaine polonaise. Quelques échantillons provenant des rives de Bug permettent à peine de comparer entre eux, sous la forme d'une ébauche très générale, le psammon fluvial et lacustre. Donc, la question du „potamopsammon” demeure pour le moment ouverte dans sa majeure partie et elle exige encore des études.

2. Morphologie du psammolittoral du lac Wigry.

Le lac Wigry, qui constitue l'objet principal de mes recherches, possède une littérature hydrobiologique particulière assez vaste, parmi laquelle il faut citer quelques travaux, qui traitent aussi en passant la question de la vie sur un substratum sablonneux.

DEMEL (1923), qui étudiait le groupement éthologique de la macrofaune dans la zone littorale du lac Wigry, distingue aussi une zone à fond sablonneux et compose une liste des représentants de la macrofaune caractéristiques pour ce milieu.

Ce même auteur (1924), en décrivant le rivage du lac, attire notre attention sur les plages sablonneuses formées le long de ses rives et constate la présence de nombreux restes organiques déposés sur la rive par les vagues.

WOŁOSZYŃSKA (1924) qui étudiait la répartition des Algues déposées au fond du lac Wigry, distingue parmi les zones dépourvues de végétaux une zone sablonneuse et établit la liste de la microflore qui lui est propre.

Malgré que la zone des sables riverains et bien développée sur une grande étendue du rivage, nulle part elle n'atteint une largeur plus considérable. D'ailleurs la largeur des parties émergées des plages varie avec les saisons de l'année et dépend de plusieurs facteurs, avant tout des variations du niveau du lac. La Station Hydrobiologique de Wigry possède des matériaux limnimétriques à partir de 1926; une partie de ces données, concernant le phénomène des oscillations du niveau du lac, ainsi que les dates des premières gelées et de la fonte des glaces, sont présentées dans la table 1, tandis

qu'un cours détaillé des oscillations du niveau pendant trois ans (1930—1932) est représenté par des diagrammes¹⁾ (fig. 1).

Comme il résulte des diagrammes, au printemps, durant la période de la fonte des glaces, c'est-à-dire à peu près vers le milieu du mois d'avril, le niveau du lac est élevé et alors nulle part le long de ses rives nous ne trouverons de plages émergées. A la suite il se produit une baisse graduelle du niveau et, ce qui s'y rattache étroitement, une exondation des zones des plages qui touchent à l'eau. Les plages atteignent le maximum de leur développement pendant la période estivale, ce qui coïncide avec le plus bas niveau de l'eau. Puis, en automne, les eaux se soulèvent de nouveau; toutefois, contrairement à la période printannière, elles n'inondent pas toutes

T A B. 1.

Oscillations du niveau du lac Wigry (limnimètre de la Station Hydrobiologique); dates de la fonte de glace et de la congélation du lac; 1926—1933.

	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933
Date de la fonte de glace	11.IV	22.III	10.IV	27.IV	7.IV	29.IV	16.IV	3.IV
Date de la congélation du lac	19.XII	6.XII	17.XII	24.XII	17.XII	29.XI	5.I.33	13.XII
Niveau supérieur du lac; cm	106	105	114	112	120	132	122	136
Niveau inférieur; cm	81	89	94	94	91	102	101	99
Amplitude annuelle des oscillations; cm	25	16	20	18	29	30	21	37

les plages. Les oscillations du niveau du lac correspondent ordinairement dans leur ensemble général au schème pré-cité, mais elles diffèrent dans leurs détails au cours de diverses années. L'amplitude annuelle des oscillations du niveau du lac est relativement petite; pendant la période en question une fois seulement elle dépassa 30 cm (comp. la table 1).

Même en été, pendant la période du plus bas niveau du

¹⁾ De cette table résulte un fait curieux, notamment: une élévation graduelle du niveau du lac au cours des quelques dernières années. Il est possible, que nous avons ici affaire à un phénomène, qu'on pourrait comparer avec l'élévation des eaux du sol, décrite par Thienemann (1932) de l'Allemagne du Nord.

lac, la largeur des plages émergées est très limitée et dans la majorité des cas elle atteint à peine quelques dizaines de cm. Rarement elle dépasse 1 m et seulement dans trois endroits (Wysoki Węgieł, Hańczańska et près de la localité Rosochaty Róg) la plage forme un cap avancé, dont la largeur atteint 3 m.

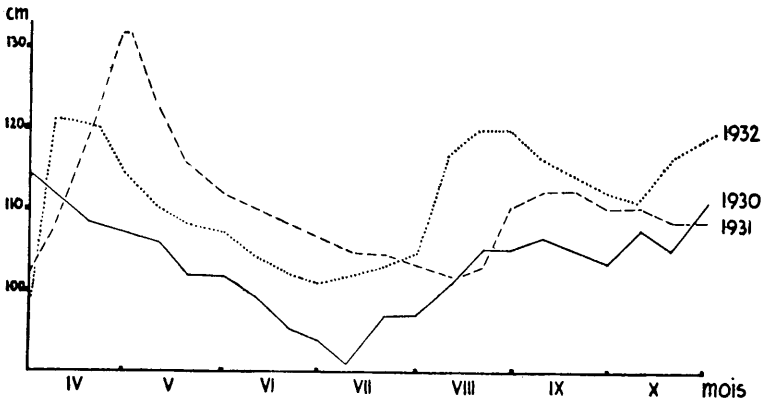


Fig. 1.—Oscillations du niveau du lac Wigry pendant trois ans: 1930—1931, d'après les données limnimétriques de la Station Hydrobiologique de Wigry.

Du côté du lac la plage passe en une zone de sable immergé, où son composant principal—le sable—est plus ou moins mélangé avec des sédiments organiques et calcaires de la beine littorale. Les beines littorales composées de pur sable immergé sont rares dans le lac Wigry. Comme l'a judicieusement remarqué WOŁOSZYŃSKA (1924, p. 45, traduction du texte polonais), „bien que le lac Wigry appartienne au type des lacs morainiques, situés sur des sables, toutefois le bassin du lac est si abondamment rempli de dépôts calcaires, que les sables purs y sont visibles seulement dans la moins profonde zone riveraine, à condition qu'ils ne soient par recouverts par une végétation de macrophytes. Il y a peu d'endroits, où les sables de la zone peu profonde des beines littorales soient complètement purs et libres de substances étrangères". Habituellement, déjà plusieurs cm en dessous de la limite de l'eau les dépôts calcaires du littoral commencent à jouer un rôle de plus en plus considérable; encore plusieurs dizaines de cm dans la direction du lac et le sable disparaît presque complètement. Seulement dans des points peu nombreux du rivage (Wysoki Wę-

giel, Dermejki, Jesionek) des beines composées de sable relativement pur s'avancent vers le large et leur longueur y est de 10 m environ, en comptant de la limite de l'eau¹⁾.

Au-dessus de la limite de l'eau la plage s'élève doucement jusqu'à une rive couverte d'herbe, marécageuse ou forestière, selon le point du rivage. Souvent à la plage succède immédiatement un haut talus sablonneux (Łapa, Białczańska), au bien envahi par la forêt (Głęboki Las, Wasilczykowska, Hańczańska). Ce talus—c'est le produit de l'activité des glaçons, chassés vers le rivage par le vent pendant la fonte des glaces (comp. HALBFASS 1923, p. 58).

L'inclinaison de différentes plages par rapport au niveau du lac est très variée, bien que toujours peu considérable. Parfois se forment des langues tout à fait plates (p. ex. Wysoki Węgiel ou le cap du lac Hańcza); dans d'autres endroits du rivage la plage s'élève d'une manière relativement abrupte immédiatement au-delà de la limite de l'eau. Souvent la zone qui touche immédiatement à l'eau montre une inclinaison un peu plus grande que les parties plus éloignées et plus plates de la plage. Enfin, nous pouvons souvent rencontrer des ressauts qui atteignent parfois quelques cm de hauteur et qui marquent la limite de la portée des vagues pendant les périodes en question.

Les plages constituent une partie de la „Brandungszone” lacustre; c'est une zone par excellence lotique, caractérisée par un mouvement des vagues très fort et fréquent; il n'y a donc rien d'étonnant, que la structure de la plage n'est pas stable, au contraire, il y règne une très grande instabilité et une variabilité des relations qui changent non pas d'un mois à un autre, mais d'un jour à l'autre, et même d'heure en heure. Les plages étroites sont complètement inondées même par des vagues assez faibles. Sur les plages plus larges il se forme, au fur et à mesure qu'elles se découvrent pendant la baisse de l'eau, des zones que seules des vagues d'une force exceptionnelle peuvent

1) Je me sers constamment de la définition „la limite de l'eau” pour marquer la ligne qui sépare pendant le calme la plage émergée de la zone immergée. Pendant les périodes de vent, cette limite s'efface et ne forme plus de ligne distincte, mais une zone arrosée par les vagues—la „zone du déferlement” dont la largeur dépend de la hauteur des vagues.

atteindre. Les vagues qui fouettent la plage causent naturellement un nouveau groupement des grains de sable. Ces grains sont tantôt enlevés par l'eau, tantôt de nouveau rejetés sur la plage, de sorte qu'ils subissent un mouvement continu pendant tout le temps que dure le mouvement des vagues. Parfois de fortes vagues couvrent de sable les parties du rivage qui auparavant se trouvaient en dehors de la plage et étaient p. ex. couvertes d'herbe; de cette manière la plage s'élargit.

Pendant les journées calmes, sans vent, il se produit une stabilisation de la plage, qui montre alors une structure permanente, acquise au cours de la dernière période de vagues. De

T A B. 2.

Vents aux environs du lac Wigry¹⁾

(3 observations par jour; anémomètre de Wild).

Mois:		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Observations de l'accalmie (en 0/0 de nombre total des observations)	1931	32.2	40.8	22.2	33.3	38.7	12.2	13.9
	1932	33.3	34.4	36.7	70.8	38.7	32.2	16.1
	1933	23.3	36.5	22.2	40.9	20.4	23.3	16.1
	Moyenne pour 10 ans (1922—1931)	21.2	23.3	19.4	23.3	26.6	25.8	16.0
Observations des vents dont la vitesse dépasse 8 m/sec. (0/0 0/0)	1931	5.4	3.2	10.0	2.1	6.4	20.0	9.7
	1932	16.7	7.5	2.2	1.7	3.2	12.2	11.8
	1933	14.4	4.3	5.6	3.2	16.1	14.4	9.7
	Moyenne pour 10 ans (1922—1931)	5.8	2.7	4.2	2.7	3.2	5.0	5.9

cette manière, dans la vie du psammolittoral des phases d'accalmie et de stabilisation alternent avec des périodes de troubles. Les vents sont naturellement le facteur principal qui opère ces changements.

Comme il résulte de la table ci-jointe (table 2), environ 1/5

¹⁾ Toutes les données météorologiques citées dans ce travail se basent sur des matériaux recueillis par la Station Hydrobiologique de Wigry et qui jusqu'à présent n'ont pas encore été publiés en entier.

(ou plus) des observations météorologiques faites pendant les mois estivaux sur le lac Wigry pendant les années 1922—33 constate une complète accalmie. D'autre part, les vents, observés en tout temps, sont généralement assez faibles, car les vents, dont la force dépasse 8 m/sec étaient relativement rarement notés durant l'été. Seulement pendant quelques mois leur nombre atteint 10⁰/o de toutes les observations, la moyenne étant de 5⁰/o; la moyenne force mensuelle du vent, calculée pour une période de 10 ans (1922—1931), oscille entre 2.0 et 2.7 m/sec. Comme il résulte de ce qui vient d'être dit, les périodes de stabilisation—en général plutôt favorables au point de vue des conditions vitales du psammolittoral—ne sont point rares, car il faut aussi se rappeler, que les vents faibles ne causent pas de troubles sur toute la plage, mais seulement dans la zone du déferlement et que, à part cela, un vent d'une direction définie agit fortement seulement sur certains fragments de rivage.

Toutefois, les vents et le mouvement des vagues, qu'ils provoquent, constituent un facteur assez fort pour amener l'instabilité de la structure de la plage, qui vient d'être mentionnée. La largeur de la partie élevée au-dessus de l'eau, son inclinaison par rapport au niveau etc. souvent changent complètement pendant la période des vagues et cela à tel point, que parfois tout un fragment de la plage disparaît et à sa place apparaît une nouvelle langue, qui n'existait pas auparavant. Également d'année en année la configuration des plages ne se reproduit pas tout à fait strictement; ainsi p. ex. le cap sablonneux Wysoki Węgieł conserva la forme d'une grande langue de 3 m de largeur durant tout l'été 1931 jusqu'à la hausse automnale; en 1932 et 1933 il fut complètement émergé seulement jusqu'au mois de juin, ensuite il fut en partie emporté par l'eau. Ces changements dépendent sans doute de la direction et de la force de vents—facteur provoquant les vagues et les courants d'eau, qui à leur tour amènent telle ou autre disposition du sable. (Comp.: HALBFASS, 1923 et LUNDBECK, 1927).

Les vagues jouent encore un rôle très important comme facteur apportant sur les plages de nombreux restes organiques. Pendant la période printanière les plages sont souvent couvertes par des fragments de roseaux, laissés par les vagues, ainsi

que par un abondant détritus, dont la provenance est surtout végétale. Parfois on voit aussi sur les plages une zone entière formée par les cadavres de *Gammarus*, des exuvies de *Chironomidae* et d'autres restes animaux, que les vagues rejettent sur la plage. Le sort de ces débris est divers: une partie, après s'être desséchée, est dispersée par les vents; une autre partie est lavée par les pluies et retourne au lac; enfin, une partie se décompose sur place et les produits de la décomposition pénètrent dans le sable de la page. Parfois les couches de détritus sont recouvertes par de nouvelles couches de sable, fraîchement apportées et de cette manière elles sont ensevelies dans les profondeurs de la plage. Sur certaines plages on peut rencontrer, surtout au printemps, après une période de fort mouvement des vagues, des couches de détritus végétal, dont l'épaisseur atteint plusieurs cm et qui couvrent souvent la plage entière. En été ce phénomène devient plus rare: la quantité de détritus charrié par les vagues diminue et ce qui en résulte, le nombre des souillures des plages diminue aussi. Seulement dans certains cas peu nombreux la plage demeure couverte de détritus jusqu'à l'automne (p. ex. un fragment de plage dans la baie Dejciowa en 1932) et alors le psammon ne s'y développe pas. Certaines quantités de craie lacustre sont parfois rejetées par les vagues sur les plages, mais plus rarement que le détritus. Toutefois, cette craie peut parfois aussi se mêler au sable et former des couches parmi les couches de ce dernier (Białczańska en juin 1932).

Dans la zone du sable inondé l'influence des vagues s'exprime aussi par de considérables changements dans le groupement du sable. Toutefois ces changements ne sont pas si complets. Leurs traces se conservent souvent à la surface du sable sous la forme de plis réguliers qui lui donnent l'aspect d'une coiffure ondulée.

Les matériaux provenant du lac Wigry furent récoltés dans 34 stations, situées le long de tout le lac. 5 d'entre elles (Wysoki Węgieł, Dejciowa, Binduga, Hańczańska et Dermejki) furent l'objet de recherches suivies, les autres ont fourni des échantillons fortuits. La plupart des habitats considérés, entre autres tous ceux qui furent étudiés d'une manière suivie, sont situés dans la partie nord du lac (Płoso Północne et les baies

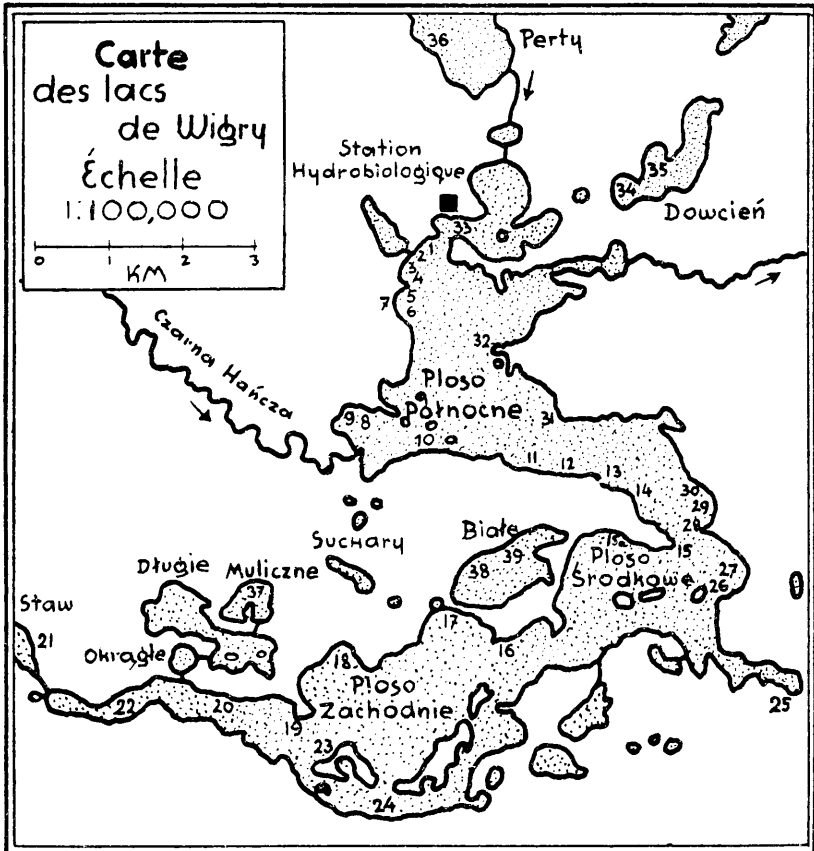


Fig. 2.—Carte du groupe des lacs de Wigry;
les chiffres indiquent les stations étudiées, à savoir:

- | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1—2. Baie Stacyjna | 16. Róg Beduły | 27. Baie Wygorzele |
| 3—4. Koło Leszczówka | 17. Baie Białczańska | 28. Łapa |
| 5—6. Baie Dejciowa | 18. Baie Słupiańska | 29—30. Dermejki |
| 7. Fossé près de la baie
Dejciowa | 19. Lysocha | 31. Pod Rosochatym
Rogiem |
| 8—9. Baie Harcerska | 20. Jesionek | 32. Cap Rosochaty Róg |
| 10. Baie Hańczańska | 21. Lac Staw | 33. Presqu'île Klasztorny |
| 11—13. Pod Głębokim
Lasem | 22. Niemiecka Binduga | 34—35. Lac Dowcień |
| 14. Kładka | 23. Ordów | 36. Lac Perty |
| 15. Wysoki Węgiel | 24. Pod Bryzgłem | 37. Lac Muliczne |
| 15a. Baie Wasilczykowska | 25. Baie Krzyżacka | 38—39. Lac Białe. |
| 26. Kamień | | |

avoisinentes). Pour aider l'orientation, je joins ci-dessus une carte du groupe des lacs de Wigry (Fig. 2) en y ajoutant une liste des stations.

Parmi ces stations les mieux étudiées ou bien les plus caractéristiques sont les suivantes:

Wysoki Węgieł (Nr. 15), (comp. la phot. 1, pl. I) c'est un cap terminé en pointe qui forme la limite entre Płoso Północne et Płoso Środkowe. Sur son extrémité il s'est formé une plage grande et large terminée par une langue dont la largeur atteint au cours de certains mois jusqu'à 3.5 m. Une vaste beine de sable immergé, tout à fait pur, atteint ici une longueur de 10 m au-dessous de la limite de l'eau, (c'est-à-dire jusqu'à une profondeur d'un metre environ). Sur cette plage le détritrus s'accumule rarement dans des quantités plus considérables. Le rivage proprement dit est plat, couvert d'herbe.

Dermejki (Nr. 29): une plage bien formée entoure d'une zone de 2 m environ de largeur toute la petite baie de forme circulaire et passe plus loin sur la presqu'île Łapa (Nr. 28). Une beine de sable immergé, par endroits assez souillé, atteint plusieurs mètres de longueur au-delà du rivage. Une insolation intense y est possible. Au printemps les vagues apportent ici des quantités considérables de détritrus. Immédiatement au-delà de la plage la rive s'élève d'une manière assez abrupte et passe en un talus de plus d'un metre de hauteur. Environ 200 m vers NW de la plage qui vient d'être décrite se trouve une beine assez vaste, formée de sable pur immergé qui ne passe pas en plage émergée (Nr. 30).

Pod Głębokim Lasem (Nr. 11—13), immédiatement à la suite d'une étroite plage dont la largeur ne dépasse nulle part 1 m, la rive du lac s'élève d'une manière abrupte et est couverte d'une épaisse forêt. Puisque c'est le rivage méridional du lac, le soleil n'atteint jamais la plage, qui demeure toujours dans l'ombre. La plage est propre; il y a peu de détritrus. Au-dessous de la limite de l'eau le sable cède vite la place à la craie lacustre. De l'habitat nommé „Binduga” (Nr. 12), formé par une étroite plage située sous un bord creusé et suspendu au-dessus d'elle, les échantillons étaient pris régulièrement.

Kładka, le cap Nr. 14 (phot. 2, pl. I et 3, pl. II) se trouve sur une presqu'île un peu avancée, il peu donc être ensoleillé.

Pendant l'été il est fortement envahi par les herbes et les roseaux.

La baie Dejciowa (Nr. 5—6) possède une zone de sable émergé de 2 m de largeur. La craie lacustre approche près de la limite de l'eau. Beaucoup de détritius qui, en été 1932, recouvrait tout un fragment de la plage d'une couche de quelques cm d'épaisseur. Le rivage est plat, couvert d'herbe et passe plus loin en prés humides. Parmi ces prés, à 3 m de distance du bord du lac se trouve un petit fossé, envahi par la végétation (Nr. 7), dont l'eau a une intense couleur brune. Il s'unit au lac par un étroit filet d'eau, il en est séparé par une plage sablonneuse de quelques mètres de largeur, qui forme en même temps un des bords du fossé. Pendant l'été ce fossé est complètement desséché.

Le cap Rosochaty Róg (Nr. 32) possède un fragment de sa rive composé non pas de sable, mais de coquillages des Mollusques, surtout du genre *Dreissena*. De menus fragments de coquillages forment ici une petite zone inondée et une étroite plage exondée.

La rive W du lac Perty possède des plages assez étroites, composées de sable fin mêlé à une quantité considérable d'argile. Près du village Leszczewo il y a un cap assez large (Nr. 36) qui en été se couvre partiellement d'herbe, en commençant par sa base.

Enfin, il faut mentionner une plage exceptionnellement large (jusqu'à 9 m) formée par une langue sablonneuse, de forme circulaire, au bord W du lac Hańcza près du village Przełomka (phot. 4, pl. II); ici il n'y a presque point de détritius; la langue est propre et presque complètement plate.

3. Deux principaux composants du psammolittoral: le sable et l'eau; leurs relations mutuelles.

Le milieu qui nous intéresse en ce moment, se compose de deux éléments fondamentaux qui sont: le sable et l'eau. Les grains de sable forment les limites des petits espaces, qui peuvent être remplis par l'eau, ou bien, jusqu'à un certain point, par l'air. L'ensemble, c'est-à-dire le sable et l'eau, présentent

des matériaux structuraux spécifiques du psammolittoral. On pourrait définir ces matériaux comme une sorte de „sol”; une analyse plus précise des relations mutuelles des deux éléments du psammolittoral exige alors l'emploi de méthodes pédologiques dont l'approfondissement et l'adaptation présentent de nombreuses difficultés pour un biologiste, aussi ce chapitre ne contient-il que des remarques générales, sans prétention à épuiser le sujet.

T A B. 3.

Quantité d'eau contenue dans le sable humide, pris des diverses plages immédiatement au-dessus de la limite de l'eau; en $\%$ du poids total du sable humide. Nombre des grains à diverses dimensions; en $\%$ du poids du sable desséché.

Nom de la plage	Date	$\%$ de l'eau	$\%$ de granules dont les diamètres correspondent à la valeur:			Remarques
			< 0.4 mm	0.4—0.9 mm	> 0.9 mm	
Lac Perty	5.VII.32	29.7	92.3	7.7	0.0	Sablon très fin
Lac Jemieliste	29.VI.32	27.8	90.2	9.8	0.0	Sablon fin
Lac Wigry: Wysoki Węgiel	29.IV.32	21.4	25.1	74.9	0.0	Sable
Wigry: Łapa	4.V.32	20.2	12.6	86.0	1.4	"
Wigry: Dejciowa	26.IV.32	19.4	22.2	68.8	9.0	"
Lac Uzewo	28.VI.32	15.8	0.5	8.6	90.9	Gravier

Le sable, dont se composent les plages du lac Wigry et d'autres lacs de ce groupe, est un sable de quartz, dont le poids spécifique varie de 2.64 à 2.66. Sur certaines plages le sable s'y mêle de l'argile (Perty).

La grosseur des grains de sable est assez variable non seulement sur diverses plages, mais aussi sur une même plage, ce qui dépend de la distance de la limite de l'eau. Quant à la grosseur des grains de sable sur différentes plages—la table 3, qui présente les résultats de l'analyse mécanique du sable de plusieurs stations étudiées, nous permet de nous orienter dans ces relations. Nous voyons ici une grande diversité—en com-

mençant par une poudre sablonneuse excessivement fine jusqu'à un gros gravier, auquel vient s'ajouter une quantité considérable de menus cailloux.

Sur diverses plages le sable est disposé d'une manière assez régulière. La structure de la plage dépend en un degré considérable de l'action des vagues et devient nettement visible seulement pendant les périodes d'accalmie. Alors nous pouvons remarquer le plus souvent, que la limite de l'eau est marquée par une zone de gravier, ou bien de sable le plus gros, qui devient graduellement de plus en plus fin à mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau. Ces relations sont illustrées

T A B. 4.

Nombre des granules à diverses dimensions par rapport à la distance de la limite de l'eau; en 0/0 du poids total du sable desséché.

Distance de la limite de l'eau; cm	Dejciowa, 26.IV.32			Wysoki Węgieł, 9.V.32			Łapa, 4.V.32		
	Nombre des granules dont les diamètres correspondent à la valeur:								
	< 0.4 mm	0.4-0.9 mm	> 0.9 mm	< 0.4 mm	0.4-0.9 mm	> 0.9 mm	< 0.4 mm	0.4-0.9 mm	> 0.9 mm
0—5	22.2	68.8	9.0	0.7	80.4	18.9	12.6	86.0	1.4
20—30	12.5	86.9	0.6	—	—	—	—	—	—
50—60	22.8	77.0	0.2	4.0	95.7	0.3	44.1	55.4	0.5
80—90	—	—	—	27.7	72.3	0.0	—	—	—

par des exemples, présentés dans la table 4. C'est un phénomène tout à fait compréhensible, vu le fait, que parmi les grains de sable de différente grosseur emportés par les vagues, les plus gros grains seront déposés le plus tôt, c'est-à-dire le plus près de l'eau. En réalité, seules les plages étroites présenteront une structure strictement conforme au schème pré-cité et encore assez rarement, car la structure d'une plage offre toujours le résultat de l'action du mouvement des vagues d'une intensité différente durant plusieurs périodes. La disposition des grains de sable n'est donc pas toujours conforme au plan général.

Souvent les zones formées par un sable plus gros se rencontrent à quelque distance de la limite de l'eau, en marquant la portée d'un mouvement de vagues antérieur et plus fort.

Le sable de la plage est plus ou moins humide, grâce à la présence de l'eau parmi ses grains. Cette eau est d'origine lacustre. Sa présence dans des zones même assez éloignées est possible grâce à la capillarité des menus espaces entre les grains de sable¹⁾.

L'analyse des relations qui règnent parmi l'eau et le sable des plages marines, situées dans la zone inondée par le flux, a été faite par BRUCE (1928) d'un point de vue semblable au mien. Cet auteur considère brièvement les relations dont je vais parler plus bas, et arrive à des résultats semblables aux miens.

Une analyse plus détaillée des relations dont il s'agit entre déjà dans le domaine de la pédologie. Je ne mentionnerai donc que brièvement, que la capillarité est d'une importance énorme pour le psammolittoral, étant la source de l'eau, qui humecte les plages. La quantité de l'eau, que renferme un volume donné de sable humide est, naturellement, un détail intéressant. Si nous supposons, que le sable se compose de boules égales, disposées régulièrement par rangs dans l'espace d'un cube qu'elles remplissent en se touchant mutuellement, nous pourrions démontrer à l'aide d'un simple calcul, que la relation du volume de ces boules au volume des espaces du cube restés libres est strictement définie et ne dépend ni du nombre des boules ni de leurs dimensions:

$$V_{\text{boules}} : V_{\text{esp.}} = \pi : (6 - \pi);$$

autrement dit: les boules occupent 52,36% et les espaces libres 47,64% du volume du cube examiné, ou bien: 74,44% et 25,56% du poids général, en supposant, que le poids spécifique des boules égale le poids spécifique du sable, c'est-à-dire est de 2,65 et que les espaces libres sont remplies de l'eau (poids spéc. = 1).

Toutefois, en réalité, les relations diffèrent considérable-

¹⁾ C'est une question de pure formalité, si l'eau des parties plus éloignées des plages émergées sera appelée „eau lacustre" ou „eau du sol" (Grundwasser) comme le font les auteurs russes (S. N. K. 1927).

ment de celles qui viennent d'être présentées, car les grains de sable n'ont pas la forme de boules, ils ne sont pas égaux entre eux et leur disposition mutuelle peut être différente. D'autre part, ici agissent les forces capillaires dont l'intensité dépend en un degré considérable de la grandeur des espaces compris entre les grains, donc indirectement aussi de leur grosseur. Aussi, en envisageant les choses du point de vue pratique, la quantité de l'eau, qui peut saturer un volume donné de sable dépend tout de même de la grosseur de ses grains, notamment: un sable plus fin (le sablon) contient relativement plus d'eau qu'un sable à grains plus gros (le gravier). Grâce à cette dépendance, en réalité souvent le pourcent de l'eau, qui sature le sable, dépasse les relations maximales au point de vue théorique, calculées ci-dessus. Ainsi donc, selon WOLLNY (cité d'après MITSCHERLICH 1923, p. 133) la relation du poids de l'eau à celle du sable comporte 32,1^o/o pour du sable, dont les grains ont un diamètre ne dépassant pas 0,114 mm, et seulement 23^o/o pour les grains dont le diamètre est de 0,5 à 1,0 mm.

Par rapport aux relations régnant dans le psammolittoral, nous rencontrons une complète saturation du sable par l'eau sur la surface de la plage seulement à une distance peu considérable de sa limite. Les échantillons pris de différentes plages, mais toujours de la même zone, c'est-à-dire à 3 cm de distance de la limite de l'eau, montrent d'assez grandes oscillations dans la quantité d'eau, car les chiffres obtenus variaient de 15,8^o/o à 29,7^o/o par rapport au poids du sable humide. La table 3 (page 181), où je rapproche les résultats de plusieurs analyses, montre une dépendance bien distincte de pourcentage de l'eau, contenue dans le sable, par rapport aux dimensions des grains de sable.

A mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau, la plage s'élève peu à peu et les quantités d'eau contenues dans les espaces compris entre les grains de sable diminuent graduellement. Dans la zone, située immédiatement au-dessus de l'eau, les espaces compris entre les grains de sable sont complètement remplis d'eau, toutefois plus loin l'air commence à pénétrer parmi les grains de sable et l'eau ne les entoure que d'une couche de plus en plus mince. En se servant de la terminologie de VERSLUYS (1917), que je cite d'après MITSCHERLICH 1923,

p. 131) on peut dire, que dans les zones rapprochées de la limite de l'eau, l'eau qui sature le sable de la surface de la plage, se trouve à l'état „capillaire”. Plus loin, dans la direction du rivage, elle se trouve à l'état „funiculaire”. Du moment que cette eau passera à l'état „pendulaire”, c'est-à-dire que de petites quantités de cette dernière se maintiendront seulement dans les endroits où les grains de sable se touchent entre eux, elle cessera déjà de présenter un substratum suffisant au développement de la plupart des organismes psammiques. Un tel sable peut être défini comme étant pratiquement „sec”. Les couches plus profondes du sable contiennent naturellement encore beaucoup d'humidité, même à des distances plus considérables du lac, mais comme c'est la surface de la plage qui est justement la plus importante pour le développement des organismes qui y vivent—nous nous bornerons dans nos études à considérer seulement cette dernière.

T A B. 5.
Relations entre le sable, l'eau et l'air
en $\frac{0}{0}$ du volume total de sable humide;
Hańczańska, le 16.VIII.33.

Distance de la limite de l'eau	Sable	Eau	Air
0—5 cm	58	42	—
70	58	38	4
220	58	32	10

Ainsi donc, à mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau, le contenu de cette dernière dans le sable à la surface de la plage diminue. Sa place parmi les grains de sable commence à être occupée par l'air. Ces relations sont illustrées par la fig. 3, ainsi que les tables 5 et 6. Je cite cette dernière d'après les auteurs russes (S. N. K. 1927, p. 65¹) pour présenter les choses sur des plages bien plus vastes que celles que j'ai eues la possibilité d'étudier.

Comme il résulte de ces deux tables, encore à un mètre

1) Le pourcentage du poids du contenu de l'eau équivalant à 39.51, cité dans cette table et répété aussi par Sassuchin (1930), semble être basé sur une faute, car, si nous considérons le pourcentage du volume, cité dans cette même table, nous devrions accepter, que le poids spécifique de ce sable équivaut à 0.98, car il faut que la dépendance: $(63 \times 0.98) : 37 = 60.49 : 39.51$ soit maintenue. Assurément, un tel poids spécifique du sable est inacceptable.

de distance de la limite du bassin, l'eau se trouve en général à l'état capillaire, ou bien dans un état qui lui est proche. Seu-

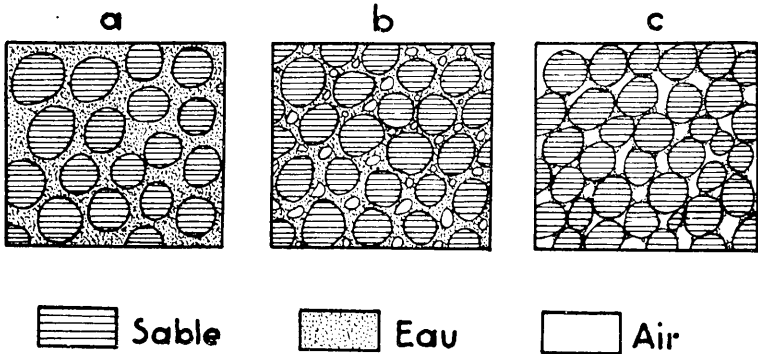


Fig. 3.—Schéma illustrant les relations mutuelles entre le sable, l'eau et l'air dans un volume donné de sable humide:

- a) l'eau, qui sature le sable, se trouve en état capillaire;
- b) " " " " " " " " " " funiculaire;
- c) " " " " " " " " " " pendulaire.

lement au-delà de cette distance elle passe à l'état funiculaire typique. Le passage d'un état à un autre est naturellement très

TAB. 6.

Relations entre le sable, l'eau et l'air en % du volume total de sable humide. Rivière Oka; d'après Sassuchin, Kabanov et Neiswestnova 1927.

Distance de la limite de l'eau	Sable	Eau	Air
1 m	63	37	—
4.5	63	25	12
3	63	12	25
24	63	8	29
50	63	3	34

gradué et il est impossible de tracer une limite plus distincte entre ses deux états. En outre, la distance du niveau du bassin à l'endroit, où l'eau commence à apparaître à l'état funiculaire, est très variable et dépend d'un très grand nombre de facteurs, comme l'humidité de l'air, l'intensité du dernier mouvement des vagues, ou bien l'abondance de la dernière pluie, l'heure du jour (influence de la rosée), enfin le degré d'inclinaison de la plage par rapport au

niveau du lac. La distance maximale, équivalant environ à 1 m que j'ai établie (1934a) peut avoir une importance orientative.

Dans les zones encore plus éloignées de la limite de l'eau

souvent la capillarité ne suffit plus à amener l'humidité jusqu'à la surface de la plage et alors il y apparaît une couche plus ou moins épaisse de sable sec, qui se maintient pendant les périodes de sécheresse. Si sur la plage vient à se former un ressaut, qui marque la portée des vagues pendant la période précédente, il constitue assurément aussi une limite bien marquée par rapport au contenu de l'eau dans le sable: au-dessus de lui il y en a bien moins que dans la partie plus basse de la plage et souvent immédiatement à sa suite apparaît à la surface de la plage une mince couche de sable sec.

L'eau qui humecte le sable des plages, est sujette à une vaporisation continue. L'intensité de ce processus est très variable, car elle dépend d'une suite de divers facteurs (voir plus bas le chapitre sur la thermique du psammolittoral). En tout cas, pendant certaines périodes cette vaporisation s'effectue avec une grande intensité et par cette voie des quantités considérables d'eau sont enlevées de la plage, pendant que leur place est prise par de nouvelles quantités d'eau, qui, grâce à la capillarité, viennent du lac et remplacent l'eau évaporée¹⁾.

Outre la capillarité des interstices compris entre les grains de sable, qui est le régulateur principal des relations entre l'eau et le sable des plages émergées, deux facteurs encore jouent un rôle important sous ce rapport: les pluies et, avant tout, le mouvement des vagues. Les vagues qui inondent la plage, causent non seulement un groupement complètement nouveau des grains de sable, mais encore elles amènent une saturation des strêfes humectées par l'eau en renouvelant et en complétant leur provision d'humidité. En outre, cette influence agit non seulement sur les parties directement inondées, mais encore elle contribue indirectement à l'approvisionnement en eau des parties plus éloignées, où la portée des vagues ne s'étend pas au moment donné, car elle déplace, pour ainsi dire, dans la direction du rivage la limite normale de l'eau, en facilitant aux forces capillaires le transport de l'eau vers les parties plus éloignées de la plage.

¹⁾ P. ex. d'après Bruce (1928) 100 cm² de sable d'une plage marine pendant une température relativement basse (11,5°—14,5°) évaporent durant une heure environ 5 gr d'eau.

4. L'eau et sa composition chimique.

L'eau constitue, à côté du sable, le second élément du psammolittoral. Du point de vue de la vie dans ce milieu, c'est un composant bien plus important, car c'est justement l'eau qui forme le vrai substratum, où la vie des microorganismes peut s'épanouir. Les grains de sable sont un facteur plutôt indifférent; ils constituent, pour ainsi dire, seulement les parois des microaquariums remplis d'eau dont la provenance est, comme nous venons de le voir, lacustre.

Malgré cette dépendance topographique et génétique bien nette, l'eau des plages diffère très sensiblement par sa composition de l'eau du lac. Les premiers essais d'analyse furent entrepris par SASSUCHIN, KABANOV et NEISWESTNOVA (1927), qui prenaient leurs échantillons, en creusant un trou dans le sable de la plage et en analysant ensuite l'eau qui s'y accumulait. Naturellement, une telle méthode permet seulement une orientation approximative dans les propriétés de cette eau. Afin d'examiner ces relations d'une manière plus précise, je me servais d'une autre méthode pour prélever les échantillons d'eau, méthode qui me permettait une définition plus stricte de la zone qui fournissait l'eau en question et qui, en fin de compte, me donnait la possibilité de m'orienter dans la disposition horizontale des différentes caractéristiques de l'eau de la plage.

La méthode dont je me servais, était la suivante: je mettais un morceau (10 X 10 cm) d'épaisse gaze à bluter (Nr. 12) sur la surface du sable, puis à l'aide d'une pipète dont la capacité comportait à peu près 50 cm³ et dont le bout n'était pas éffilé, je tirais l'eau à travers la gaze et je la transportais ensuite dans des bouteilles. En prenant des échantillons d'eau qui devaient être analysés pour l'oxygène, je prêtai une attention toute particulière, à ce que des bulles d'air n'entrent pas dans la pipète. L'eau récoltée provenait en grande partie de la surface même de la plage, où—comme je l'ai déjà remarqué—la vie se concentre. Cette succion de l'eau du sable s'accomplit facilement et vite dans les endroits humides, donc plus rapprochés de la limite de l'eau. Plus loin la succion rencontre des difficultés; souvent même il devient impossible de prendre de cette manière de l'eau provenant des stréfes extrêmes de la plage, surtout s'il s'agit d'une analyse à l'oxygène. Les échantillons destinés à d'autres buts, c'est-à-dire ceux, auxquels les bulles d'air, qui entrent dans la pipète, n'ôtent pas leur valeur, peuvent être pris à l'aide de cette méthode de toute l'étendue des plages de Wigry.

L'application de cette méthode est toute simple et facile, elle exige toutefois un peu d'habitude. Il faut faire attention, à ce que la succion s'effec-

tue d'une manière régulière et assez lente, à ce que le bout de la pipète ne soit pas enfoncé trop profondément dans le sable et enfin il faut prendre garde de ne pas tirer trop d'eau à la fois, car cela pourrait faire entrer dans l'échantillon des quantités assez considérables d'eau provenant des couches plus profondes.

Ensuite l'eau était analysée au laboratoire. Je considérais les caractéristiques suivantes:

1. Le résidu sec.
2. La cendre.
3. La dureté totale, définie à l'aide du savon de Clark (Klut 1922).
4. L'oxydabilité de l'eau filtrée et non-filtrée, définie par la méthode de Kubel-Tiemann (Weresćagin 1931).
5. Teneur en fer, définie de la manière colorymétrique à l'aide du KCNS (Weresćagin 1931).
6. pH défini à l'aide du ionoscope de Bresslau.
7. Teneur en oxygène d'après la méthode de Winkler.

Vu que la méthode du prélèvement des échantillons qui vient d'être décrite, permet seulement la prise d'une quantité d'eau relativement petite, j'exécutais les analyses sur des quantités petites au possible. Ainsi: pour définir le résidu sec, je soumettais à l'évaporation 100 cm³ d'eau. La dureté était définie dans 25 cm³ d'eau, après qu'ils furent dilués jusqu'à 100 cm³ avec de l'eau distillée; l'oxydabilité—dans 40 cm³ également après les avoir complétés jusqu'à 100 cm³, enfin la teneur en fer—dans 20 cm³ d'eau. Ce qui concerne l'oxygène, sa définition était exécutée à l'aide de la méthode habituelle de Winkler,¹⁾ appropriée à de petites quantités d'eau. Pour les analyses je me servais de bouteilles de 15 à 30 cm³ de capacité, avec des bouchons en verre poli, munis de compte-gouttes. Des bouteilles de cette sorte sont habituellement employées dans les pharmacies; les compte-gouttes facilitent beaucoup la fermeture des bouteilles en y interdisant l'accès des bulles d'air. La quantité des réactifs ajoutés était diminuée en proportion à la grandeur des bouteilles. Les essais de contrôle ont démontré que dans aucun cas l'erreur ne dépasse 0.03 cm³/l O₂. Ce qui concerne les autres analyses, excepté celle de l'oxygène, la diminution de la quantité de l'eau analysée devait naturellement se refléter en principe d'une manière défavorable sur la précision des analyses. En me rendant bien compte de cette défectuosité, je fis une suite d'essais de contrôle, qui me persuadèrent que les résultats obtenus sont mutuellement comparables et que l'erreur de la méthode ne dépasse jamais la limite permise pour les buts que se propose le travail présent.

Les matériaux récoltés de cette sorte sur de nombreuses plages nous donnent un aspect encore assez éloigné de l'en-

¹⁾ Pendant les analyses pour l'oxygène, l'omission de la bromuration d'après Alsterberg pouvait être la source de certaines erreurs, vu la grande oxydabilité de l'eau, mais je crois, que ces erreurs ne peuvent pas déformer l'image de l'ensemble.

semble. Toutefois cet aspect approximatif nous permet de caractériser à l'aide de traits généraux le milieu qui nous intéresse par rapport à la composition chimique de l'eau¹⁾. Les résultats d'un certain nombre d'analyses sont présentés dans les tables 7—13. Nous examinerons d'abord les tables 7 et 8 où sont rapprochées des séries d'analyses de l'eau, prise de la surface des plages à diverses distances de la limite de l'eau. En comparaison à l'eau lacustre normale, ces différences sont très considérables et concernent presque toutes les caractéristiques étudiées.

Nous les examinerons par rang d'ordre.

Le pH constitue l'unique caractéristique qui ne change pas avec l'éloignement de la limite de l'eau: dans tous les échantillons le $\text{pH} = 7,5$ c'est-à-dire autant que dans l'eau du lac Wigry. Ce résultat diffère de ceux des auteurs russes, qui justement sous ce rapport constatèrent de grandes oscillations. Peut-être que sur des plages plus larges ces oscillations ont lieu réellement, toutefois dans mes matériaux le pH est partout égal, au moins dans les limites de la précision obtenue à l'aide du ionoscope de BRESSLAU.

Par contre, la concentration des électrolytes est tout à fait autre dans l'eau tirée du sable que dans l'eau du bassin avoisinant. Comme critérium de ces différences dans nos matériaux peuvent servir: le résidu sec, ou bien la cendre, la dureté de l'eau et la teneur en fer. Comme nous le montre la table 7, déjà à une distance de 40 cm de la limite de l'eau, le résidu sec dépasse considérablement cette caractéristique pour l'eau de Wigry, et à une distance de 80 cm et plus cette différence peut atteindre 100%. De pareilles différences ont été constatées plusieurs fois au cours de mes recherches, et il faut supposer, que ce ne sont pas là les plus grandes valeurs qui soient possibles sous ce rapport, car je n'ai pas de données relatives de la période des plus grandes chaleurs estivales, quand la con-

¹⁾ L'analyse chimique plus détaillée de quelques échantillons d'eau, que j'ai pris des plages Wysoki Węgieł et Dejciowa, fut exécutée par Mr. l'ing. M. Stangenberg et constituera la base de sa note („Psammlittoral, ein extrem eutrophes Wassermedium") qui va paraître dans le volume présent des Archives d'Hydrobiologie et d'Ichthyologie.

centration des électrolytes (si nous en jugeons par la dureté de l'eau qui fut alors définie) atteint son maximum. Le résultat d'une des analyses (Dejciowa, 30.V.33) montra un résidu sec de 605 mg/l, c'est-à-dire plus de 200⁰/₀ de plus que dans l'eau lacustre.

T A B. 7.

Analyses de l'eau provenant de différentes plages du lac Wigry.

Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	Dureté totale; degrés all.	Teneur en fer; Fe ₂ O ₃ mg/l	Résidu sec; mg/l	Cendre; mg/l	Substances combustibles; mg/l	Oxydabilité; O ₂ mg/l
Eau du lac	16.V.33	—	9.0	< 0.05	189	118	71	5.5
Wysoki Węgieł	21.V.33.	40	10.7	< 0.05	221	127	94	12.2
		100	12.0	0.4	334	169	165	27.8
Wysoki Węgieł	19.VIII.33	40	9.6	—	215	—	—	15.0
		120	11.8	—	286	213	73	18.2
Hańczańska	16.VIII.33	140	10.4	0.3	244	150	94	20.2
		220	14.4	0.4	325	169	156	23.0
Dejciowa	16.V.33	80	13.8	1.0	367	—	—	25.2

La masse de cendre (table 7), ainsi que la dureté totale (tables 7, 8 et 9) montrent un pareil accroissement à mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau. La table 9 présente le résultat de quelques analyses de la dureté de l'eau; il est facile de remarquer, que la dureté de l'eau du sable dépasse en été considérablement celle de l'eau du lac avoisinant. Souvent déjà à une distance de 40 cm de la limite de l'eau, la différence dépasse 100⁰/₀, dans le cas le plus extrême sous ce rapport cette différence atteint 200⁰/₀ (Perty, le 5.VII.32), c'est-à-dire que la dureté y atteint la valeur de 23,3 degrés allemands.

Enfin, la teneur en fer (table 8 et 9) augmente aussi considérablement et atteint sur toutes les plages une valeur équiva-

T A B. 8.
Analyses de l'eau provenant de différentes plages.

Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	pH	Dureté totale; degrés all.	Teneur en fer; Fe ₂ O ₃ mg/l	Oxydabilité; O ₂ mg/l	Teneur en oxygène; O ₂ cm ³ /l
Eau du lac	25.VI.32	—	7.5	8.6	<0.05	5.2	9.1
Wysoki Węgieł	8.VI.32	90	—	10.0	0.05	8.9	4.0
		150	7.5	10.0	0.05	9.1	3.7
		180	—	—	0.2	20.2	0.5
		240	—	15.6	1.0	35.1	1.0
		270	7.5	14.4	0.3	31.7	—
Wysoki Węgieł	29.V.32	10	—	9.0	0.1	7.7	6.2
		40	—	9.6	0.2	11.7	1.7
		110	7.5	10.6	1.0	28.1	—
Wysoki Węgieł	25.VI.32	30	—	—	0.1	6.7	3.4
		90	7.5	9.6	0.2	10.7	0.6
		180	—	13.2	1.1	22.8	0.8
		250	7.5	15.2	0.8	19.8	—
Binduga	23.VI.32	20	—	—	<0.05	8.3	0.8
		50	—	10.0	0.2	9.7	1.5
Dejciowa	30.VII.32	20	—	—	5.0	—	1.4
		40	7.5	16.0	6.0	32.2	0.7
		80	7.5	17.6	10.0	48.7	0.5
(Eau du lac)	29.VI.32	—	—	4.8	<0.05	4.5	—
Lac Hańcza		20	—	4.8	<0.05	6.9	—
		200	—	9.6	0.3	14.3	0.7
		600	—	13.6	0.3	23.1	0.9
		800	—	13.7	0.2	24.0	0.4

lant à peu près à 1 mg de Fe_2O_3 par litre, tandis que l'eau lacustre en contient seulement des traces à peine perceptibles ($< 0,05$ mg/l). Sur certaines plages, fortement souillées (Dejciowa, Perty, Dermejki) la concentration du fer augmente d'une manière imprévue et atteint des valeurs énormes, dépassant

TAB. 9.

Dureté totale et teneur en fer de l'eau provenant de différentes plages.

Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	Dureté totale; degrés all.	Teneur en fer; Fe_2O_3 mg/l
Eau du lac Wigry	25.VI.32	—	8.6	< 0.05
Wysoki Węgieł	14.V.32	50	10.0	0.1
Dejciowa	10.V.32	80	12.8	0.1
Dejciowa	18.V.32	80	12.8	5.0
Fossé à Dejciowa	1.VI.32	30	14.0	0.05
Dejciowa	11.VI.32	80	—	16.0
Hańczańska	7.VII.32	60	13.2	1.5
Dermejki	8.VII.32	40	20.8	2.0
Dejciowa	30.VII.32	40	16.0	6.0
"	"	80	17.6	10.0
(Eau du lac)		—	8.6	< 0.05
Lac Perty	5.VII.32	20	11.7	0.8
		120	23.3	± 30
(Eau du lac)		—	4.4	< 0.05
Lac Okmin	28.VI.32	30	5.7	0.05
		140	6.0	0.05

souvent 10 mg/l, et dans un cas montant même jusqu'à 30 mg/l (Perty). Cette grande teneur en fer est ordinairement en relation avec la présence sur de telles plages d'une couche de sable grisâtre, souillé par des quantités plus ou moins grandes de

sels ferriques, qui y sont mélangés. Cette couche, dont la présence fut également constatée par les auteurs russes sur les plages de la rivière Oka, a souvent une couleur très intense, presque noire. Elle est déposée sous une couche plus ou moins épaisse de sable incolore et atteint parfois l'épaisseur de quelques cm. Le fer apparaît ici sous la forme de sels trivalents; je n'ai pas constaté la présence de Fe^{2+} .

L'accroissement de la concentration des électrolytes dans l'eau de la plage est sans doute un phénomène général, concernant aussi d'autres ions, outre ceux de Ca et Fe, que j'ai considérés dans mes recherches. Les causes de ce phénomène semblent être claires et sont sans doute en relation avec une vaporisation constante et intense de l'eau à la surface de la plage, dont il a déjà été question. Pendant les journées chaudes cette vaporisation atteint une grande intensité, il n'y a donc rien d'étonnant, que l'eau, qui sature les plages est, pour ainsi dire, concentrée et contient de grandes quantités de sels dissouts. Toutefois, l'augmentation démesurément grande de la teneur en fer sur certaines plages exige une autre explication. Ce phénomène semble plutôt être en rapport avec une grande souillure des plages. Il faudrait peut-être attribuer ce phénomène à des processus biologiques qui s'accomplissent sans doute à l'aide de bactéries¹⁾.

La teneur en matières organiques peut être évaluée indirectement, par la comparaison des résultats des analyses de l'oxydabilité de l'eau et de la quantité des substances combustibles, contenues dans le résidu sec. Comme le montre la table 7, les résultats de ces deux moyens de recherches présentent un certain parallélisme, ce qui prouverait, que les capacités réductrices de l'eau du sable dépendent en un grand degré de la présence de substances organiques et—ce qui en résulte—que la définition de l'oxydabilité nous permet de nous orienter avec une approximation suffisante dans la question du contenu de ces substances dans l'eau.

Nous devons constater comme résultat général des analy-

1) Bruce (1928) a constaté le rôle important que jouent les sulfures et les sulfates de fer dans le sable des plages marines et il a analysé cette question avec plus de détails que ne me le permettent mes matériaux.

T A B. 10.
Oxydabilité de l'eau provenant de diverses plages (l'eau infiltrée).

Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	Oxydabilité; O ₂ mg/l	Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	Oxydabilité; O ₂ mg/l
Eau du lac Wigry	—	—	4.6—9.1	Binduğa	7.VII.32	40	10.6
Wysoki Węgieł	29.V.32	40	11.7	Łapa	"	"	10.0
"	"	110	28.1	Dermejki	"	"	42.5
Fossé à Dejciowa	1.VI.32	30	53.6	Rosochaty Róg	"	"	22.0
Kładka	8.VI.32	80	9.5	Stupiańska	26.VII.32	"	14.1
Dejciowa (Nr. 6)	11.VI.32	20	14.4	Łysocha	"	"	19.6
"	"	80	44.0	Ordów	"	"	12.3
Dejciowa (Nr. 5)	"	20	57.41)	Jesioneł	"	"	8.5
Dejciowa (Nr. 6)	14.VI.32	20	17.5	Dejciowa (Nr. 6)	30.VII.32	"	32.2
"	"	80	31.3	Lac Hańcza	23.VII.32	350	16.1
Harcerska	7.VII.32	80	32.7	Lac Perty	5.VII.32	120	50.0
Hańczańska	"	150	19.2	Lac Okmin	28.VI.32	140	10.0

1) Plage couverte d'une couche de débris.

ses sur l'oxydabilité, que sur toutes les plages cette caractéristique dépasse considérablement l'oxydabilité de l'eau lacustre et atteint souvent des valeurs énormes. Comme il résulte de la table 8, l'oxydabilité augmente en principe à mesure que nous nous éloignons de l'eau; à une distance de peu de dizaines de cm de la limite de l'eau elle peut dépasser plusieurs fois l'oxydabilité de l'eau lacustre. La table 10 montre les résultats des analyses de l'eau, prise de différentes plages: comme nous le voyons, nous obtenons sous ce rapport des chiffres très divers, car p. ex. l'oxydabilité de l'eau, prise à peu près dans une même période de temps sur différentes plages et à une même distance de 40 cm du niveau de l'eau, oscille dans des limites de 8.5 à 42.5 mg/l O₂ et peut atteindre même 57.4 mg/l O₂. Ce dernier chiffre présente la valeur maximale qui fut obtenue.

T A B. 11.
Oxydabilité de l'eau filtrée et infiltrée.

Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	Oxydabilité de l'eau infiltrée. O ₂ mg/l	Oxydabilité de l'eau filtrée. O ₂ mg/l
Wigry: Wysoki Węgiel	14.V.32	50	16.4	16.1
		80	16.4	14.1
		110	12.4	12.1
Lac Hańcza	29.VI.32	Eau du lac	4.5	4.5
		200	14.3	12.6
		800	24.0	20.6

Je me propose de revenir encore dans un des chapitres suivants à cette variabilité des plages sous le rapport de l'oxydabilité de l'eau qui les sature; maintenant je ferai remarquer le fait, que cette grande oxydabilité de l'eau ne dépend pas en général des matières en suspension, car elle concerne également l'eau filtrée, ce qui est illustré par quelques exemples cités dans la table 11.

Une si grande oxydabilité de l'eau contenue dans le sable dépend sans doute en majeure partie de la présence de gran-

des quantités de substances organiques, dissoutes dans l'eau, dont la concentration considérable peut être attribuée à l'action de deux facteurs. Premièrement, la condensation, causée par la vaporisation, joue ici un rôle important; c'est donc un phénomène analogue à celui, que nous avons constaté pour les sels minéraux. D'autre part il faut attribuer un grand rôle à la décomposition des masses de détritits, que le vent chasse vers la plage. Ces deux facteurs fournissent aux plages de grandes provisions de substances organiques. Ce fait mérite une attention particulière du point de vue du développement de la vie dans le psammolittoral; en outre, il est d'autant plus caractéristique, qu'il semble être inattendu, car les plages sablonneuses paraissent être au premier coup d'oeil stériles et plutôt pauvres en substances organiques.

La grande oxydabilité de l'eau de toutes les plages étudiées (cela se rapporte aussi à Hańcza—lac le plus oligotrophe du district de Suwałki, voir les tables 8 et 10) est en contradiction avec le résultat de l'analyse, faite par les auteurs russes qui ont trouvé dans l'eau du sol à une distance de 24 m de la rivière Oka une oxydabilité peu considérable, s'élevant à peine à 5.2 mg/l O₂. Il est possible, qu'à une si grande distance de la limite de l'eau, sous une couche considérable de sable sec et en dehors de l'action des vagues, l'oxydabilité diminue réellement et seulement dans le voisinage immédiat du lac elle est si grande. Il est vrai que près du lac Hańcza (table 8), encore à une distance de 8 m de la limite de l'eau l'oxydabilité comptait 24.0 mg/l O₂, mais la „langue” sablonneuse de Hańcza est exceptionnellement plate et garde une humidité considérable à une très grande distance de l'eau. Par contre, il arrive assez souvent (voir la table 8: Wysoki Węgieł 8.VI et 25.VI.32), que les parties les plus extrêmes des plages montrent une certaine baisse, peu considérable d'ailleurs, de l'oxydabilité. Peut être que sur les plages plus larges un tel processus continue dans cette même direction.

Il est clair, qu'en rapport avec une si grande oxydabilité de l'eau, la quantité de l'oxygène qui y est dissout doit être peu considérable. En effet: une suite d'analyses exécutées (tables 8 et 12) montre une baisse distincte de la concentration de l'oxygène dissout, dont la quantité correspond d'habitude envi-

ron à 1 cm³/l O₂ et souvent tombe même au-dessous de cette limite, jusqu'à disparaître complètement. Cette chute est très distincte déjà à une distance de quelques cm de la limite de l'eau. Les parties les plus extrêmes des plages (p. ex. Wysoki Węgieł 8.VI et 29.VI.32, table 8), montrent souvent une certaine haus-

TAB. 12.

Teneur en oxygène de l'eau provenant de la surface des différentes plages.

Nom de la plage	Date	Distance de la limite de l'eau; cm	Température	O ₂ cm ³ /l	O ₂ ‰ (d'après Fox)
Wysoki Węgieł	14.V.32	10 ¹⁾	16.8	8.6	124
		50	18.4	1.9	28
		80	18.0	1.8	26
		110	17.4	1.3	19
Dejciowa	10.V.32	5	8.3	5.1	61
		20	8.4	1.6	19
		50	7.9	1.5	18
		80	7.4	1.7	20
Dejciowa	18.V.32	40	14.2	0.7	10
		80	14.3	0.5	7
Dejciowa	26.IV.32	Eau du lac	6.9	9.0	106
		25	11.0	5.9	75
		50	10.6	2.2	29
		80	10.4	1.0	13
Koło Leszczówka	2.V.32	2	15.4	2.0	28
		30	16.5	1.8	27
		60	15.2	0.9	13
Dejciowa	24.VII.34	80	—	0.0	0

1) Zone du déferlement.

se de la teneur en oxygène, d'ailleurs peu considérable, ce qui probablement dépend étroitement de la baisse de l'oxydabilité dans ces zones, ce qui vient d'être mentionné. L'eau, prise de plages souillées et dont l'oxydabilité est considérable, est quelquefois complètement privée d'oxygène.

A l'occasion, il faut faire remarquer encore une fois, que toutes les données qui viennent d'être citées se rapportent à l'eau, prise de la surface de la plage. Si nous enfonçons notre pipète dans le sable, même à une profondeur de peu de cm, nous pouvons constater un changement assez considérable de la composition de l'eau retirée. Sa dureté, son oxydabilité, ainsi que sa teneur en fer augmentent considérablement, tandis qu'en même temps la quantité d'oxygène qui y est dissout diminue notablement (table 13).

TAB. 13.

Distribution verticale de quelques qualités chimiques de l'eau de plages. Dejciowa, le 10.V.32. distance de la limite de l'eau 80 cm

	Dureté totale	Fe ⁺⁺⁺	Oxydabilité	O ₂
Surface de la plage	12.8	0.1	19.4	1.7
Profondeur de 5 cm	16.8	1.0	29.3	0.6

Enfin, en terminant, il faut insister sur les changements, que subit la composition chimique de l'eau des plages sous l'influence de différents facteurs. Avant tout, cette composition change avec les saisons et je reviendrai encore à cette question dans un autre chapitre (voir plus bas). Néanmoins, les changements brusques et souvent complets qui sont provoqués par les vagues, méritent aussi notre attention. Les vagues inondent les plages et renouvellent leur provision d'eau, qui de cette manière subit un changement. Cela se rapporte avant tout aux parties plus proches de la limite de l'eau, pendant que les zones de la plage qui en sont plus éloignées, sont en même temps moins exposées à ces changements. Souvent, en étudiant la composition chimique de l'eau à diverses distances de sa limite, on peut définir tout à fait précisément la limite de la portée des vagues pendant la dernière période de leur mouvement. Cette limite sera marquée par un brusque changement de la composition chimique de l'eau au-dessus et au-dessous d'elle. (Voir p. ex. la différence entre les échantillons de 150 et de 180 cm sur la plage Wysoki Węgieł, le 8.VI.32, table 8).

D'autre part, les pluies, qui causent une certaine dilution de l'eau de la plage, ne restent pas sans influence sur sa composition chimique. Toutefois, il faut faire remarquer, que des averses torrentielles, mais de courte durée, qui s'écoulent vite de la surface des plages, jouent un rôle bien moindre, qu'une fine pluie qui dure plusieurs jours. Aussi les averses qui accompagnent les orages estivaux laissent en général peu de traces sur le psammolittoral, pendant que les pluies automnales y amènent des changements considérables (voir plus bas).

5. La thermique du psammolittoral.

Les relations thermiques qui règnent dans le psammolittoral sont très spécifiques et méritent de tous points notre attention. Les parties émergées des plages sont les plus intéressantes sous ce rapport. C'est donc elles que nous allons considérer en premier lieu dans ce chapitre, d'autant plus que—comme nous allons le voir dans la IV-ième partie de cet ouvrage—aussi par rapport à leur faune ces zones sont spécialement caractéristiques. Sans pouvoir m'engager naturellement dans les détails pédologiques et microclimatologiques de la question, je veux citer ici le travail de GEIGER (1927), qui renferme l'analyse des problèmes concernant le climat des couches de l'air les plus proches du sol, c'est-à-dire celles, qui sont d'une importance la plus grande pour la thermique du psammolittoral.

Deux facteurs principaux règlent avant tout la thermique de la plage: d'une part c'est l'insolation qui, en agissant directement sur la surface de la plage, amène une augmentation de sa température; d'autre part, c'est la vaporisation de l'eau qui, en absorbant de grandes quantités de chaleur, agit dans le sens contraire. Ces deux processus montrent de très grandes oscillations, car ils dépendent naturellement d'une manière directe des conditions météorologiques, auxquelles ils sont très étroitement liés. Donc, ce sont avant tout les conditions météorologiques qui exercent une influence décisive sur la thermique du psammolittoral.

L'action de l'insolation est claire et n'exige pas d'analyse spéciale: pendant les heures de l'action intense du soleil la tem-

pérature de la surface de la plage augmente considérablement en surpassant souvent de beaucoup la température de l'air, ainsi que celle de la surface de l'eau tout près du rivage. La température la plus élevée qu'il m'a été donné de noter comptait $35,5^{\circ}$ C; c'était à la surface du sable à une distance de 40 cm à peine de la limite de l'eau, donc en pleine humidité¹⁾.

Le fait, que de grandes différences existent entre les parties ensoleillées de la plage et celles qui demeurent à l'ombre, présente un autre résultat du grand rôle que joue l'insolation comme facteur réglant la thermique du psammolittoral. Ainsi p. ex. la température d'un certain endroit ensoleillé de la plage s'élevait à $21,2^{\circ}$, pendant qu'à

T A B. 14.
Distribution verticale des températures; Dejciowa, distance de la limite de l'eau 25 cm. le 25. IV. 32. 11.30 h (pendant l'insolation) et le 10.V.32. 17 h (sans opération de soleil).

Profondeur; cm	25.IV.32	10.V.32
Surface	20,4	8,0
2	19,0	—
6	15,3	8,6
12	13,6	9,0
16	12,0	9,2

1 m environ de cet endroit, à l'ombre, la température était à peine de $11,8^{\circ}$. Les hautes températures, provoquées par l'insolation, se rapportent seulement à la surface même de la plage et baissent considérablement à mesure que nous enfonçons le thermomètre dans le sable, ce que nous montre la table 14 (observation de 25.IV.32) et la fig. 4. La baisse de la température à mesure que nous enfonçons le thermomètre, se rattache à la question de la pénétration des rayons solaires, qui est très limitée pour le sable humide. Selon SASSUCHIN,

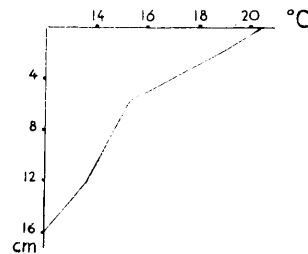


Fig. 4. — Disposition verticale des températures d'une plage ensoleillée; Dejciowa, le 25.IV.32 (comp. tab. 14).

1) La température $33,5^{\circ}$ notée par Sassuchin, Kabanov et Neiswestnova, se rapportait à une couche de sable sec, à une distance de 50 m de la limite de l'eau.

KABANOV et NEISWESTNOVA (1927, p. 66) une couche de sable humide de 2 cm d'épaisseur suffit déjà à empêcher toute action de la lumière solaire sur un cliché photographique, exposé durant 6 heures.

Ainsi donc, comme nous venons de le dire, l'insolation provoque une très grande hausse de la température à la surface de la plage pendant les heures de l'action intense du soleil. Toutefois, il faut encore considérer le second des facteurs mentionnés—la vaporisation de l'eau à la surface de la plage, facteur dont l'action est contraire à celle du premier. L'intensité de ce processus dépend de nombreux facteurs, dont je nommerai quelques-uns à la suite de MITSCHERLICH (l. c., page 149 et les suivantes): l'humidité et la température de l'air au-dessus du sable, la force du vent, la quantité d'eau contenue dans le sable, la vitesse avec laquelle se complète la quantité d'eau évaporée, la grosseur des grains de sable, sa couleur, l'inclinaison de la plage etc. En tout cas, la vaporisation de l'eau de la surface de la plage, tout en oscillant dans de vastes limites, s'accomplit ordinairement avec une intensité considérable et influence d'une manière très sensible la température du sable, car il convient de rappeler ici la grande chaleur latente de la vaporisation de l'eau (538 cal/gr). Pendant les journées brumeuses et durant la nuit, quand l'action de l'insolation disparaît, la vaporisation de l'eau enlève tant de chaleur de la surface de la plage, que sa température baisse au-delà de la température de l'air et de l'eau. Maintenant, nous pouvons constater une hausse de la température à mesure que nous enfonçons le thermomètre (table 14, observation de 10.V.32). En outre, on ne peut pas oublier d'un rôle important du rayonnement de la chaleur de la surface de plage (comp. GEIGER, 1927).

Les deux facteurs en question, tout en réglant le cours des processus thermiques de la plage, causent une distribution horizontale très caractéristique de la température à la surface de la plage, distribution qui dépend de la distance de la limite de l'eau. Ces relations sont illustrées par les tables 15—18 et les courbes des figures 5—8. Nous allons leur consacrer quelques détails.

La table 15 présente un rapprochement de 22 séries de mesures thermiques, prises au cours de différents mois et pen-

TAB. 15.
Températures de la surface des plages.

Nr.	Nom de la plage	Date (1932)	Remarques météorologiques	T. de l'air	T. de l'eau	Distance de la limite de l'eau, cm.													
						0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100	120	140
1	Dejciowa	10.IV., 16 ^h	Ciel nuageux	4.5	4.3	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	—	—	—	—	—	—
2	"	19.IV., 14 ^h	Insolation faible	8.4	7.0	9.2	12.0	13.0	13.1	13.4	13.4	—	13.0	—	—	—	12.2	11.8	—
3	"	26.IV., 15 ^h	Insolation intense	10.0	5.8	6.4	6.9	9.0	10.3	11.0	11.0	11.1	10.6	10.5	10.6	10.4	10.0	—	—
4	"	27.IV., 05 ^h	Après une gelée blanche pendant la nuit (-2.1)	0.6	2.4	2.2	—	0.4	—	0.2	—	0.2	—	—	—	0.2	—	—	—
5	Wysoki Węgieł	29.IV., 10 ^h	Insolation, après une gelée blanche pendant la nuit	11.8	8.8	9.8	10.2	12.5	15.4	16.5	17.3	17.8	18.3	18.4	20.0	—	—	—	—
6	Koło Leszczówka	2.V., 10 ^h	Ciel nuageux	14.6	14.1	15.4	16.0	16.0	16.1	16.2	16.5	16.1	15.8	15.2	—	—	—	—	—
7	Dejciowa	8.V., 14 ^h	Insolation, silence	8.6	4.3	6.6	9.2	10.2	10.7	11.0	10.9	10.7	10.7	10.6	10.0	9.9	—	—	—
8	"	8.V., 15 ^h	Ciel nuageux, vent	7.3	5.0	5.4	—	5.4	—	6.6	9.4	9.4	9.3	9.3	—	9.2	—	—	—
9	Wysoki Węgieł	14.V., 17 ^h	Insolation faible	16.0	12.0	13.3	15.0	16.8	—	17.6	18.3	18.4	18.4	18.3	18.2	18.0	17.9	17.4	—
10	Pod Głębokim Lasem	14.V., 19 ^h	Plage constamment ombragée	—	13.8	13.8	13.6	—	—	12.6	10.0	9.3	9.0	8.6	8.6	8.6	8.6	—	—
11	Kładka	17.V., 15 ^h	Insolation intense	—	16.0	16.2	—	17.7	—	21.5	22.9	23.4	23.2	23.2	—	—	22.4	22.2	21.9
12	Wysoki Węgieł	17.V., 16 ^h	Insolation intense	18.1	15.0	15.0	—	15.1	—	16.1	17.7	18.8	19.7	19.9	20.0	19.4	18.3	18.2	18.3
13	"	29.V., 13 ^h	Insolation intense	19.1	18.6	18.6	19.8	20.4	—	20.8	20.6	20.6	20.2	19.9	19.8	19.9	20.2	20.4	20.7
14	"	8.VI., 11 ^h 20'	Insolation	20.9	20.0	—	—	22.0	24.8	—	24.8	—	24.2	24.2	—	24.4	24.4	24.2	23.8
15	"	8.VI., 13 ^h	Insolation faible	21.0	20.4	—	—	—	21.2	—	24.5	—	25.1	25.4	25.6	25.6	25.4	25.6	25.6
16	"	8.VI., 02 ^h	Nuit	12.0	16.3	—	—	12.5	11.8	—	11.8	—	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.7
17	Dejciowa	11.VI., 13 ^h	Insolation faible	—	23.0	24.8	25.0	26.2	—	26.8	27.3	27.0	26.6	—	—	—	—	—	—
18	"	4.VII., 13 ^h	Insolation intense	25.8	29.3	32.2	32.2	32.2	—	32.2	—	31.2	—	30.3	—	—	—	—	—
19	"	4.VII., 23 ^h	Nuit	17.4	19.6	17.9	17.4	17.4	—	17.4	—	17.0	—	17.0	—	—	—	—	—
20	Kładka	8.VII., 13 ^h	Insolation intense	27.0	28.8	29.9	33.4	33.8	34.8	35.0	33.9	34.0	33.8	33.7	34.0	33.4	32.8	33.0	33.0
21	Hańczańska	8.VII., 16 ^h	Insolation intense	25.5	27.2	28.2	—	29.8	—	28.8	28.5	27.7	27.3	27.8	26.6	25.4	—	22.1	22.0
22	"	20.VII., 12 ^h	Ciel nuageux	18.8	21.6	21.0	—	20.5	—	19.5	18.8	18.2	18.1	18.0	17.8	17.7	17.5	—	17.4

nant diverses conditions météorologiques. Les séries: 6, 9, 11, 13, 14, 15, 17 et 20 sont représentées sous la forme de courbes dans le diagramme 5. Ce sont les courbes de l'insolation, qui représentent la température de la plage pendant une forte activité solaire. Elles parcourent d'une manière très caractéristique: immédiatement au-delà de la limite de l'eau la tempé-

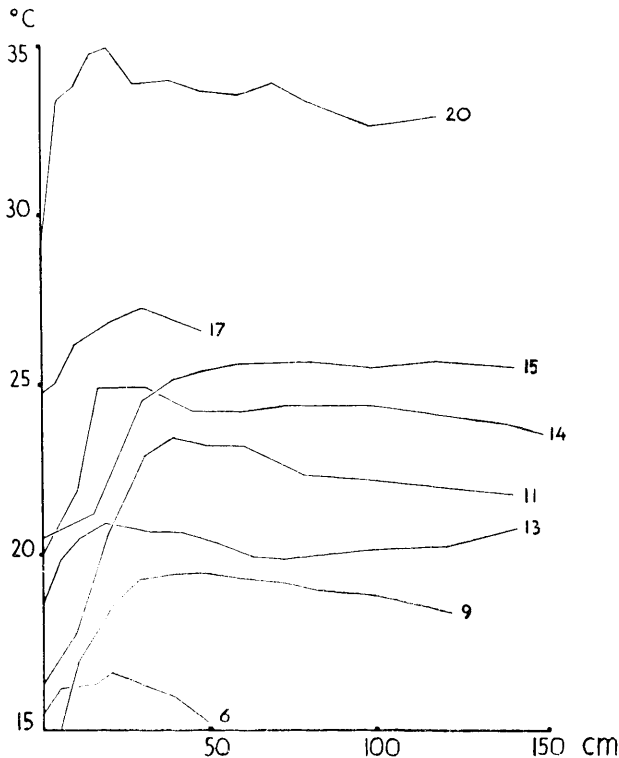


Fig. 5.—Diagrammes des températures de la surface des plages ensoleillées; les numéros des courbes correspondent à la numération des séries dans la table 15.

rature de la plage montre une brusque hausse, qui dépasse souvent 4° à une distance de 5 cm de l'eau (Nr. 20). Ensuite la température continue à monter plus ou moins rapidement et atteint son maximum à une distance de 20 à 50 cm de la limite de l'eau. Ensuite, à mesure que nous continuons à éloigner le thermomètre de l'eau, la température baisse un peu, souvent assez considérablement (parfois la différence atteint plus de 2° C).

Je ferai remarquer, qu'il s'agit ici de relations régnant pendant l'accalmie sur une plage complètement ensoleillée, dans des zones encore tout à fait humides, où l'eau apparaît à la surface même à l'état capillaire ou tout au moins funiculaire. Le parcours des courbes de l'insolation paraît au premier coup d'oeil incompréhensible, car à priori on s'attendait plutôt à une constante hausse de la température à mesure que nous éloignons de l'eau, tandis que des observations directes montrent la présence d'un maximum bien marqué dans les zones voisines de l'eau. En outre, ce maximum peut être constaté aussi à la profondeur jusqu'à 10 cm sous la surface de plage (table 16).

TAB. 16.

Distribution des températures à diverses profondeurs sous la surface des plages. Kolo Leszczówka. le 2.V.32. Insolation relativement faible.

Distance de la limite de l'eau; cm	Profondeur		
	Sur-face	5 cm	10 cm
0	15.4	13.5	12.1
10	16.0	13.7	11.7
20	16.2	14.0	11.9
30	16.5	14.6	12.2
40	16.1	14.1	11.7
50	15.8	13.6	11.5
60	15.2	12.7	—

A mon avis, on pourrait trouver l'explication du parcours de ces courbes dans l'analyse plus détaillée de l'action simultanée et contraire des deux facteurs déjà tant de fois mentionnés: l'insolation et la vaporisation. Dans une pareille analyse il faut considérer le „microclimat” particulier de la partie émergée du psammolittoral. Il s'agit ici des différences dans l'humidité de l'air qui forme la couche adhérent immédiatement au sable. La table 17 contient les résultats de trois séries de mesurages, exécutés à l'aide du psychromètre aspiratoire d'ASSMANN

à une hauteur d'un cm au-dessus de la surface de la plage à différentes distances de la limite de l'eau. Toutes les trois séries furent exécutées en temps d'accalmie et pendant une pleine insolation. S'il s'agit des données, contenues dans la table, nous voyons avant tout, qu'immédiatement au-dessus de la plage se trouve une couche d'air bien plus humide qu'un peu plus haut, car la différence entre l'humidité relative de l'air à la hauteur d'un cm et à celle d'un mètre au-dessus de la plage atteint 16⁰/₀; c'est d'ailleurs un phénomène bien connu

(comp. GEIGER, 1927). Mais ce n'est pas tout encore: l'humidité relative de l'air, mesurée à une même hauteur (1 cm), est différente et dépend de l'éloignement de la limite de l'eau. Dans les trois séries d'observations, ces oscillations ont un cours régulier et donnent une courbe comme celle que nous présente

T A B. 17.

Températures de la surface des plages et l'humidité de l'air à la hauteur de 1 cm au-dessus du sable (Psychromètre aspiratoire d'Assmann).

Distance de la limite de l'eau: cm	Kładka 17.V.32. 15 ^h .		Wysoki Węgiel 17.V.32. 16 ^h		Kładka 8.VII.32. 13 ^h			
	Temp. de la surface du sable	Humidité relative de l'air. 0/0	Temp. de la surface du sable	Humidité relative de l'air; 0/0	Temp. de la surface du sable	Temp. du thermome- tre sec	Temp. du thermomètre mouille	Humidité relative de l'air; 0/0
0	16.2	71	15.0	60	29.9	27.3	22.1	64
10	17.7		15.1		33.8			
20	21.5		16.1		35.0	28.4	23.5	66
30	22.9		17.7		33.9			
40	23.4	77	18.8	67	34.0	28.5	22.5	60
50	23.2		19.7		33.8			
60	23.2	75	19.9		33.7			
70	—		20.0	67	34.0			
80	—		19.4		33.4	28.0	22.0	59
100	22.4		18.3	63	32.8			
120	22.2	75	18.2	62	33.0	29.5	23.5	60
140	—		18.3		33.0			
160	21.9	73	18.2	66	A la haut. d'un mètre au-dessus du sable	27.0	19.5	50
180	25.5*)	63	—					

*) Dans une couche superficielle de sable desséché.

le diagramme 6. Il nous montre notamment, qu'à une distance peu considérable de la limite de l'eau (20—60 cm), l'humidité relative de l'air au-dessus du sable est plus grande, que l'humidité de l'air au-dessus de l'eau, ce qui dépend de la hausse de la température dans cette zone de la plage et de la pleine

saturation du sable par l'eau. L'humidité relative de l'air baisse à mesure que nous continuons à nous éloigner de la limite de l'eau; c'est le résultat d'une plus petite quantité d'eau dans le sable et d'une plus grande difficulté dans le renouvellement de l'eau vaporisée. Comme il a déjà été mentionné ci-dessus, la capacité de vaporisation de la surface de la plage est étroitement et directement liée à l'humidité relative de l'air qui se trouve au-dessus d'elle et, en vue de cette dépendance, en considérant la disposition de l'humidité au-dessus du sable, qui vient d'être décrite, le parcours de la courbe des températures

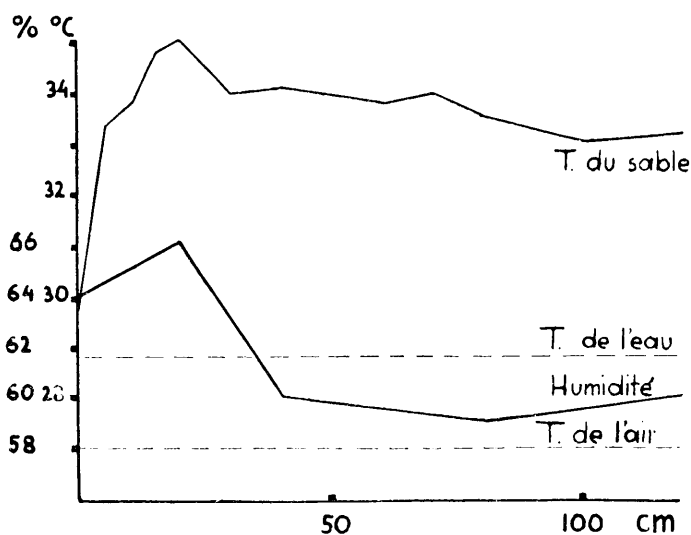


Fig. 6.—Diagramme illustrant les relations entre les températures de la surface de plage et de son "microclimat": plage Kladka, le 8. VII. 32 (comp. table 17).

de l'insolation de la surface de la plage nous paraîtra clair, comme le résultat d'une certaine équilibre. Immédiatement au-dessus de la limite de l'eau la vaporisation est relativement la plus faible, vu la plus grande humidité relative de l'air au-dessus de cette zone, qui limite l'intensité de la vaporisation. Ici donc, dans cette zone la plus proche de l'eau, l'action de l'insolation peut être la plus efficace et c'est pourquoi nous rencontrons justement ici le maximum si typique pour la courbe des températures de l'insolation. Toutefois plus loin l'humidité

de l'air diminue, par cela même l'intensité de la évaporation augmente et, comme résultat de l'action simultanée et contraire de ces deux facteurs, nous obtenons une température un peu plus basse.

Les différences de l'humidité relative de l'air à la hauteur de 1 cm au-dessus de la plage que j'ai observées, atteignent 7% sur un espace dépassant à peine 1 m. Cette différence peut déjà jouer un rôle considérable, s'il s'agit de son influence sur l'intensité de la vaporisation; il est facile de calculer d'après la table donnée par MITSCHERLICH (l. c., p. 150) que la chute du degré d'humidité dans les limites comparables à mes résultats (de 68,8 à 61%) amène une augmentation de la capacité de vaporisation qui peut être évaluée environ à 22%. Si nous nous rappelons encore une fois la grande chaleur latente de la vaporisation de l'eau, nous comprendrons aisément, que ce processus possède de grandes capacités refroidissantes.

Assurément, les différences distinctes dans les „microclimats” des diverses zones du psammolittoral n'apparaissent nettement que pendant une forte insolation et une complète accalmie. Il faut cependant faire remarquer, que la force des vents diminue considérablement au fur et à mesure que nous nous approchons du sol et les heures d'accalmie régnant dans les couches les plus proches du sol sont plus fréquentes, que dans les couches en éloignées (GEIGER, 1927, p. 76). Cette circonstance a pour conséquence que l'aspect de la courbe thermique peut être relativement assez stable. Néanmoins, on pourrait trouver ici toute une suite de différentes variations et lier plus étroitement la forme détaillée de différentes courbes thermiques avec l'humidité relative de l'air et, peut-être, avec d'autres facteurs météorologiques. Le diagramme 5 (page 203) qui représente plusieurs courbes des températures de l'insolation, nous fournit quelques exemples de certaines différences concernant les détails de leur forme. Ainsi p. ex. les courbes 11 et 15 montrent une élévation relativement graduelle dans la zone voisine de la limite de l'eau. Cela se rattache au fait, que la limite distincte de l'eau a été remplacée par la zone du déferlement (comp. aussi les séries 7 et 8 de la table 15). La courbe 15 ne montre point de baisse après avoir atteint son maximum, ce qui devrait être attribué probablement à la grande humidité générale de

l'air, qui régnait peut-être le jour de l'observation. Certaines irrégularités dans le parcours des courbes (p. ex. celles du 20) peuvent être expliquées par la présence à la surface de la plage de certains points, au-dessus desquels l'humidité de l'air est quelque peu différente, p. ex. en relation avec des petites cavités dans la surface de la plage, où le sable est relativement plus humide.

Dans les zones extrêmes de la plage l'humidité de l'air baisse encore, souvent même considérablement, là, où une couche de sable sec apparaît à la surface. Toutefois ici la température du sable montre une certaine hausse (comparer p. ex. le point 180 cm, table 17, I), car malgré une baisse de l'humidité de l'air, l'intensité de la vaporisation n'augmente pas, au contraire, elle diminue grâce à la petite quantité d'eau, contenue dans le sable, car de cette circonstance dépend aussi—comme nous l'avons déjà mentionné—la capacité de la vaporisation du sol.

Ces processus, que je viens d'esquisser rapidement, ont lieu sur les plages pendant une intense action solaire. Toutefois, dans la vie de la plage il y a de longues périodes privées de soleil, où l'action refroidissante du rayonnement et de la vaporisation exerce une influence prépondérante. Cela a lieu sur toutes les plages pendant la nuit, ainsi que durant les journées brumeuses. La table 18 et le diagramme 7 contiennent plusieurs courbes, qui illustrent les changements de température qui ont lieu sur une plage au cours d'une journée. Nous voyons immédiatement, que les courbes qui correspondent aux heures nocturnes et matinales ont un cours tout à fait différent de celui des courbes de la période d'insolation: une brusque chute se produit immédiatement au-delà de la limite de l'eau, après quoi la température se maintient sans subir de grands changements. De relations analogues sont représentées par la table 19 et le diagramme 8, qui contient des courbes thermiques d'une plage constamment ombragée, donc ces relations thermiques correspondent toujours aux relations thermiques nocturnes des autres plages. Nous obtiendrons la même chose pendant les journées brumeuses (p. ex. les NNr. 10 et 22¹) de la table 15).

¹) Cette série fut la base du diagramme, publié dans ma note préliminaire (1934a, fig. 2).

TAB. 18.

Changements de la température de la surface d'une plage au cours d'une journée. Plage insolée; Wysoki Węgieł, le 8.VI. 32.

	02h.00	05h.00	09h.30	10h.30	11h.20	13h.00
	Avant le lever du soleil. Ciel nuageux (9/10)	Après le lever du soleil. Ciel nuageux (10/10)	Insolation faible. Ciel un peu nuageux (7/10)	Insolation intense. Ciel peu nuageux (4/10)	Insolation intense. Ciel un peu nuageux (7/10)	Insolation très faible. Il pleut.
Temp. de l'air	12.0	11.7	15.4	18.3	20.9	21.0
" de l'eau	16.3	16.2	17.5	18.8	20.0	20.4
0	—	13.8	17.9	—	—	—
5	—	13.0	18.9	—	—	—
10	12.5	—	—	—	22.0	—
15	11.8	12.5	18.2	22.5	24.8	21.2
30	11.8	12.5	17.8	22.2	24.8	24.5
45	11.8	—	17.5	22.2	24.2	25.1
60	11.8	12.5	17.5	22.2	24.2	25.4
75	—	12.5	17.5	22.2	24.4	25.6
90	11.8	12.5	17.3	22.2	24.4	25.6
105	—	—	17.5	22.2	24.4	25.4
120	11.8	12.4	17.4	22.2	24.2	25.6
135	—	—	17.4	22.2	23.8	25.6
150	11.7	12.5	17.4	22.2	23.5	—
165	11.6	12.2	17.9	23.0	23.8	24.6
180	11.4	—	17.9	23.0	23.8	—
210	10.4	11.8	17.9	24.2	23.8	24.2
240	11.4	—	18.2	22.5	—	24.4
270	11.7	12.2	18.2	24.0	23.8	24.0

Donc, quand l'insolation cesse d'agir, la température de la surface de la plage baisse au-delà de la température de l'eau et de celle de l'air. La grandeur de cette baisse est différente et

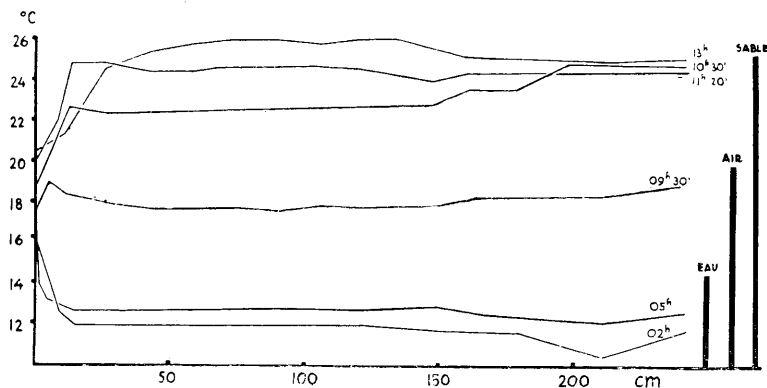


Fig. 7.— Changements de la température de la surface d'une plage ensoleillée au cours d'une journée. Wysoki Węgieł, le 8.VI.32 (comp. tab. 18). Trois barres noires du côté droit du diagramme indiquent les amplitudes journalières des oscillations de la température de l'eau, de l'air et du sable.

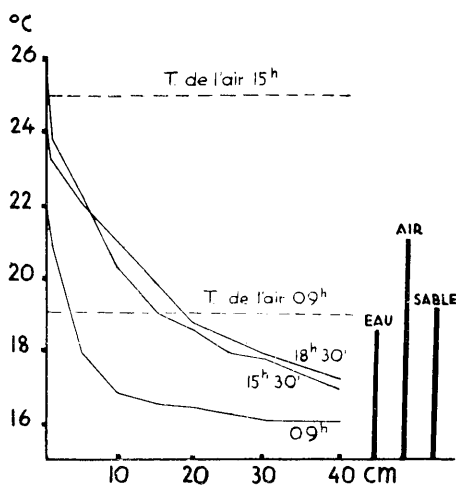


Fig. 8.— Changements de la température de la surface d'une plage constamment ombragée au cours d'une journée. Binduga, le 6.VIII.31 (comp. tab. 19). Signification des barres noires—voir la fig. 7.

dépend de l'intensité de la vaporisation de l'eau de la plage, de même que d'autres facteurs météorologiques, comme la température de l'eau, celle de l'air etc.

Les phénomènes qui viennent d'être décrits constituent ensemble une particularité du psammolittoral, importante du point de vue biologique. Comme nous venons de le voir, sur une même plage, pendant l'insolation la température s'élève bien au-delà de la température de l'air, tandis qu'en cas d'assombri-

sement de la plage, ou bien pendant la nuit—la température tombe en dessous de cette limite. Ceci est la cause, que l'amplitude des oscillations de la

température durant le jour et la nuit est, pour les zones émergées du psammolittoral, démesurément grande, on pourrait même dire: énorme, vu qu'il s'agit ici de milieux aquatiques et d'organismes aquatiques qui les peuplent. Sur les diagrammes 7 et 8, du côté droit, nous voyons, sous la forme de trois barres noires, les amplitudes des oscillations journalières et nocturnes de l'air (d'après les observations dans la cage anglaise de la Station Hydrobiologique), de l'eau à sa surface, immédiatement près du bord et de la surface du sable humide. Les différences sont nettement visibles. La table 18 et le diagramme 7 illustrent ces relations pour une plage exposée à l'action du soleil. Sur une plage toujours ombragée, où l'insolation ne joue aucun rôle, les amplitudes des oscillations thermiques sont évidemment plus petites (table 19 et fig. 8).

La plus grande amplitude des oscillations journalières et nocturnes de la température qui fut observée à la surface de la plage comptait 24.8°, toutefois, comme au cours de mes recherches je n'avais pas recours aux thermomètres à minima et à maxima, nous ne pouvons pas nous rendre un compte exact de la limite supérieure réelle de cette caractéristique qui, sans doute, peut atteindre des valeurs

encore plus grandes. En tout cas, la table 20, qui contient quelques données météorologiques des environs du lac Wigry, peut nous donner une idée des grandes amplitudes des oscillations de la température qui ont lieu sur les plages. Cette table nous montre, que les amplitudes journalières de la température de l'air (dans la cage anglaise) pendant les mois estivaux atteignent moyennement environ 10°; néanmoins elles peuvent monter quelquefois jusqu'à 20°; quant aux amplitudes des oscillations

T A B. 19.
Changements de la température de la surface d'une plage au cours d'une journée. Plage constamment ombragée; Binduga, le 6.VIII.31.

	09h	15h.30	18h.30
T. de l'air	19.0	25.0	24.0
T. de l'eau	22.0	25.5	24.9
T. du sable sous l'eau	21.4	25.0	24.5
0 cm	20.8	23.8	23.4
5	18.0	22.2	22.1
10	16.9	20.2	21.0
15	16.5	19.0	19.8
20	16.4	18.6	18.8
25	16.2	18.0	18.4
30	16.0	17.9	18.0
40	16.0	17.0	17.2

thermiques des plages, elles sont—comme nous le savons déjà—encore plus grandes, Il suffit de comparer les données de GEIGER (1927, p. 25), indiquant, que les amplitudes journalières moyennes (mai-septembre) des oscillations de température de la couche de l'air de 5 cm au-dessus du sol correspondent p. ex. à 19.7°, par comparaison à 13.1°, propres aux couches de l'air de 150 cm au-dessus de la surface du sol, strictement à la même place.

T A B. 20.

Températures de l'air aux environs du lac Wigry (moyenne pour 10 années: 1922—1931) et nombre des heures d'opération du soleil (moyenne pour 5 années: 1928—1932; héliographe de S a l m o i r a g l i).

Mois:	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Températures moyennes	4.7	12.6	14.2	17.4	15.5	11.7	6.8
Temp. maximales absolues	23.5	30.0	31.8	33.5	30.8	28.7	22.4
Amplitude journ. moyenne	9.3	11.1	10.3	10.7	9.6	8.9	7.0
Amplitude journ. maximale	18.9	18.5	20.2	19.3	18.5	21.8	19.8
Nombre des heures d'insolation (moyen par jour)	4.5	6.4	6.7	6.5	5.9	4.6	2.5

Tout cela cause, que le psammolittoral, et spécialement ses parties exondées, constituent, par rapport aux conditions thermiques, un milieu extrêmement astatique. De brusques transitions s'y opèrent; des températures d'insolation extrêmement élevées, dépassant les plus grandes températures de l'air, notées pour cette contrée (voir la table 20), font place à des températures relativement très basses. La violence de ces changements est encore facilitée par la valeur, relativement petite, de la chaleur spécifique des matériaux qui forment les plages. D'après MITSCHERLICH (l. c., p. 31) la chaleur spécifique du sable, complètement saturé d'eau, compte 0.717 cal/gr, c'est-à-dire presque 1/2 fois de moins que la chaleur spécifique de l'eau, ce qui facilite beaucoup les brusques changements de température. Les résultats, rapprochés dans la table 21 et illustrés par la fig. 9, prouvent la violence de ces changements. Ces résultats se basent sur l'observation suivante:

pendant une pleine insolation, un fragment de la plage de la grandeur de $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ m environ, fut couvert par un écran opaque, appuyé sur 4 bâtons. Ensuite, la température du sable

T A B. 21.

Changements de la température de la surface d'une plage d'abord insolée et puis ombragée.

Temps depuis le moment d'ombrager	Wysoki Węgieł.	Dejciowa.
	29.IV.32. 10.40—13.00 Dist. de la limite de l'eau 50 cm Temp. de l'air 11.40	25.IV.32. 10.55 11.55 Distance de la limite de l'eau 50 cm Temp. de l'air 11.70
—	18.3	20.2
5 min.	16.4	17.4
12 „	15.1	16.2
40 „	12.8	12.5
1 heure	11.6	11.8
1 h. 40 min.	10.4	—
2 „ —	9.8	—
2 „ 20 „	10.0	—

était notée, toujours au même endroit, dans des intervalles de quelques minutes. Il en résulte, que dans ces conditions déjà au bout de 5 minutes la température peut baisser presque de 3° ; au bout d'une heure la différence, en comparaison avec l'état précédent de l'expérience, compte plus de 8° , après quoi la température diminue déjà très insensiblement (voir la fig. 9). Ces données prouvent indubitablement l'astatisme thermique extrêmement élevé du milieu en question, milieu, quoi qu'il en soit, aquatique. Les circonstances,

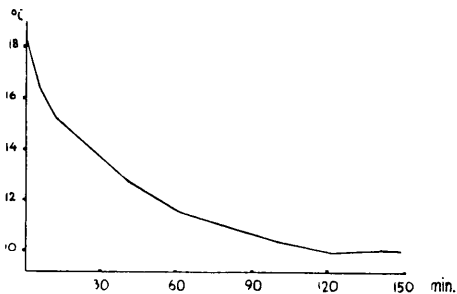


Fig. 9.—Changements de la température d'une plage d'abord ensoleillée et ensuite ombragée (comp. tab. 19).

illustrées par l'expérience, qui vient d'être décrite, ont souvent lieu en réalité, p. ex. lorsque des nuages tour à tour couvrent et découvrent le soleil.

La comparaison de la thermique du psammolittoral à celle d'autres milieux aquatiques se présente maintenant d'elle-même, comme question à étudier. L'astatisme, mentionné plus haut, et constituant une caractéristique d'une grande importance biologique (comp. GAJL, 1924 et d'autres auteurs), va nous intéresser surtout. La comparaison avec le bassin d'eau lui-même, dont le psammolittoral ne forme qu'une partie, s'impose avant tout. Cette comparaison nous montrera d'énormes différences: au milieu du lac Wigry les amplitudes journalières des oscillations de la température à la surface de l'eau atteignent à peine 2° (LITYŃSKI, 1926). La plus haute température, qui fut notée jusqu'à présent, comptait 26° (7.VII.32), donc seulement l'amplitude annuelle des oscillations thermiques de la surface au milieu du lac (0—26°) peut être comparée à l'amplitude journalière du psammolittoral.

Toutefois, les relations thermiques sont tout à fait différentes dans le littoral des lacs, où l'insolation joue un rôle décisif (WESENBERG-LUND, 1912, ALM, 1926) et contribue à une grande élévation de la température à la surface de l'eau; parmi les tapis de *Lemna*, *Hydrocharis* et autres plantes aquatiques, cette température s'élève à des hauteurs comparables aux relations qui règnent dans le psammolittoral. Les différences entre les points ensoleillés et ombragés apparaissent ici dans toute leur étendue. WESENBERG-LUND (l. c.) a noté une température près de 35° parmi des touffes de *Cyanophyceae* exposées au soleil. „Gemeinschaftlich für alle diese hohen Temperaturen in der Litoralregion ist dass sie sehr schnell wieder verschwinden” (W.-L., l. c., p. 291), ce qui cause un grand astatisme thermique de ces zones lacustres. La zone intermédiaire entre le psammolittoral et l'eau (la limite de l'eau) montre aussi un astatisme assez considérable, car les amplitudes journalières de température atteignent jusqu'à 7°, p. ex., dans le lac de Lunz au mois de juin (d'après KANN, 1933) et moi-même, j'ai pu constaté l'amplitude de 9.7° pour la limite de l'eau de la baie Dejciowa de Wigry (comp. les séries Nr Nr 18 et 19 de la table 15). En un mot, le psammolittoral qui, au point de vue topographique,

forme la zone extrême du littoral (car ses parties émergées correspondent, comme nous l'avons déjà dit, aux fragments définis de l'eulittoral dans le sens de NAUMANN et de LENZ, 1928), sous le rapport thermique ne présente que la suite d'une évolution thermique allant dans la direction des relations extrêmes aussi bien par rapport à la hauteur que peut atteindre la température grâce à l'insolation, que par rapport aux amplitudes journalières des oscillations de la température.

On peut aussi constater une certaine ressemblance en comparant la thermique du psammolittoral avec celle des petits bassins d'eau, décrite dernièrement par GIEYSZTOR (1934). L'insolation y joue un grand rôle, les températures de la surface de l'eau s'élèvent considérablement (jusqu'à 29.3° dans le bassin d'eau „de Lynceus”, dans le voisinage de la Station Hydrobiologique de Wigry); la nuit amène une baisse de la température qui, toutefois se maintient au-dessus de la température de l'air. Les amplitudes journalières, d'après les observations de GIEYSZTOR atteignent dans ce bassin leur chiffre maximal qui est de 9.3°. Les bassins plus petits sont plus astatiques, ce qui a été prouvé par WORONKOW et KORSUNSKIJ (1910). Ces auteurs ont trouvé, que l'amplitude journalière des oscillations thermiques d'un tout petit bassin d'eau (dont la profondeur ne dépassait pas 10 cm) atteignait 17°. Une amplitude journalière excessivement haute, 25°, citée par SPÄNDL (1926) ne peut avoir de valeur comme matière de comparaison, car l'auteur ne donne aucune caractéristique du bassin en question (voir GIEYSZTOR, l. c.). Dans d'autres stréfes climatiques les relations thermiques des petits bassins d'eau sont naturellement tout à fait différentes de ce que nous pouvons observer chez nous. De curieux chiffres sont cités par PASHITNOVA (1929), qui constata à la surface de l'eau des rizières aux environs de Taschkent la faculté de la température de s'élever à la suite de l'insolation jusqu'à 42°. L'amplitude journalière des oscillations comptait en moyenne 13—16° durant une dizaine de jours du mois de juillet.

À l'occasion, il convient d'insister sur une certaine différence fondamentale qui existe entre le psammolittoral et tous les bassins d'eau qui peuvent lui être comparés. Ici et là les grandes températures se rapportent à la surface de l'eau ou bien à celle du sable humide. Toutefois, dans les bassins d'eau

c'est la surface elle-même qui se réchauffe beaucoup, tandis qu'au-dessous d'elle restent encore de grandes quantités d'eau, sur lesquelles l'insolation n'agit plus aussi fortement et à mesure que nous nous approchons du fond, la température baisse considérablement (voir WEIMANN 1933, GIEYSZTOR l. c.). Du point de vue du développement de la vie, toute la capacité du bassin peut être utilisée, tandis que dans le psammolittoral la vie se développe surtout à la surface même, qui est la plus astatique et la plus exposée au surchauffage pendant l'insolation.

Enfin, encore un milieu, dont la thermique se rapproche peut-être le plus à celle du psammolittoral, s'offre à notre comparaison. Ce sont les tapis de *Sphagnum*, où l'insolation peut souvent provoquer un grand surchauffage des couches superficielles (jusqu'à 47°, PEUS, 1932). Les amplitudes des oscillations journalières qui y furent notées, atteignaient plus de 35° (PEUS, l. c., p. 29).

En résumant ce qui vient d'être dit, il faut insister sur les grandes particularités que présente la thermique du psammolittoral. Elle se caractérise avant tout par un astatisme très grand, atteignant des valeurs extrêmes (au moins dans nos stréfes climatiques) pour les milieux peuplés par les organismes aquatiques. Cet astatisme est causé d'une part par le grand rôle que joue l'insolation, d'autre part—par l'influence refroidissante de la vaporisation de l'eau à la surface de la plage. Ces deux facteurs sont la cause, que l'amplitude journalière des oscillations thermiques à la surface de la plage dépasse en principe celle des oscillations de la température de l'air. Quant à l'insolation, cette dernière provoque, les jours de soleil, une grande hausse de la température (jusqu'à 35.5° et peut-être même davantage).

6. Différentes sortes de plages.

Les bassins d'eau du terrain étudié possèdent un psammolittoral assez uniforme, de sorte que les différences entre les plages ne sont pas très grandes. On peut en général constater que, par rapport au terrain étudié, les différences entre les plages de divers lacs ne dépassent pas en principe celles qui existent entre les diverses plages d'un même lac. En d'autres

termes: sur les rivages du lac Wigry (qui d'ailleurs est exceptionnellement divisé en une longue suite de parties assez bien différenciées) j'ai pu trouver des plages de presque tous les types qui se rencontrent sur toute l'étendue du terrain étudié.

Les questions concernant les différences de la topographie, de la largeur et autres caractéristiques des différentes plages ont déjà été traitées dans un des chapitres précédents. Je rappellerai seulement brièvement, que les plages des lacs aux environs de Suwałki sont en principe étroites, formées de grains de quartz auquel vient parfois s'ajouter de l'argile (Perty). La grosseur des grains de sable est très différente: en commençant par du gros gravier (Użewo, Okmin, baie Stupiańska du lac Wigry) jusqu'à un sablon excessivement fin et délicat (Perty, baie S du lac Jemieliste), nous y trouvons toutes les gradations.

La composition chimique de l'eau, qui sature le sable, est en principe la même sur toutes les plages, toutefois par rapport à son oxydabilité elle montre quelques différences qui méritent d'être mentionnées. Je rappellerai ici encore une fois la table 10 (p. 195), et surtout sa seconde partie qui contient quelques chiffres, caractérisant l'oxydabilité de l'eau de différentes plages de Wigry à peu près pendant la même période de temps (juillet 1932) et à la même distance de la limite de l'eau. Les différences sont considérables, car l'oxydabilité oscille de 8,5 à 42,5 mg/l O₂. Donc, sous ce rapport les plages se comportent très différemment pendant la période estivale: à côté des plages contenant une petite quantité de substances organiques dans les zones voisines de l'eau (Binduga, Łapa, Wysoki Węgieł) on peut trouver des plages fortement souillées par les débris organiques (Dejciowa, Dermejki). Là, l'oxydabilité de l'eau est très élevée. L'eau prise de telles plages attire tout de suite notre attention par sa couleur verdâtre ou jaunâtre, qui est bien moins intense sur les plages plus propres, caractérisées par un plus faible degré de l'oxydabilité de l'eau. Il faut faire remarquer, que la grande oxydabilité se rattache souvent à une grande teneur en fer de l'eau de ces plages. Les relations sous le rapport de l'oxydabilité de l'eau méritent une mention spéciale, car, comme nous allons le voir, l'ensemble des Rotifères qui peuplent ces plages se trouve en rapport avec elles.

Enfin, il est encore utile de se rappeler, que les plages

constamment ombragées forment un groupe différent sous le rapport thermique et présentent le type d'un milieu relativement plus eustatique que les plages exposées à une action directe du soleil. Ce fait sera suffisamment éclairé par la comparaison des fig. 7 et 8 à la page 210.

7. Variations temporelles.

Les caractéristiques des relations écologiques particulières au psammolittoral dont il a été question dans les chapitres précédents, concernent en majeure partie la période estivale. Maintenant nous nous occuperons des changements que subissent les conditions de la vie du psammolittoral au cours de l'année entière.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer antérieurement, le psammolittoral est exposé à une action directe des facteurs météorologiques. Tous les changements atmosphériques qui s'accomplissent de jour en jour ou d'heure en heure réagissent immédiatement sur le psammolittoral. Dans le chapitre précédent il a été question de l'influence, qu'exerce sur la température de la plage une éclipse même momentanée du soleil, causée par les nuages (p. 214). J'ai également insisté sur l'énorme influence des vents (p. 174) et du mouvement des vagues qu'ils amènent; enfin, j'ai mentionné l'influence des pluies (p. 187, 200). A part ces changements violents et brusques, mais de courte durée, au cours des mois estivaux s'accomplissent certains changements plus importants. Notre examen des principaux faits dans la vie du psammolittoral doit commencer dès le moment, où le lac se libère de ses entraves de glace. En hiver, les rives du lac Wigry sont complètement gelées. Le sable des plages émergées et même celui de la majeure partie des plages immergées est emprisonné par les glaces. Le dégel du lac commence par ses rives, de sorte que le psammolittoral est déjà libre de glace, alors que tout le lac en est encore recouvert. La complète disparition de la glace a lieu sur le lac Wigry environ vers la moitié du mois d'avril (tab. 1, p. 172). Ce moment coïncide ordinairement avec la crue printanière (v. la fig. 1), qui cause en ce temps-là une inondation de toutes les plages.

A mesure que le printemps avance, le niveau du lac baisse, en découvrant des zones de plus en plus larges de sable émergé. En même temps il faut noter les phénomènes suivants, caractéristiques pour cette période: sur les rives du lac s'accablent en abondance des débris végétaux de toute sorte, fragments de roseaux de l'été précédent etc. (voir une courte note de THIENEMANN, 1933); la température s'élève graduellement; vers la fin d'avril ou au commencement de mai elle subit une brusque hausse (voir les températures moyennes des mois, table 20 à la page 212). Quant à la composition chimique de l'eau qui sature les plages pendant cette première période printannière,

T A B. 22.

Changements de quelques qualités chimiques de l'eau des plages
au cours de six mois estivaux (1932).

	Dist. de la lim. de l'eau. cm	Dejciowa						Wysoki Węgiel					
		10.V	14.V	11.VI	30.VII	6.VIII	19.X	7.V	14.V	29.V	8.VII	8.VIII	27.IX
Dureté totale	40	—	12.8	—	16.0	6.8	5.1	—	—	—	—	—	—
	80	12.8	12.8	—	17.6	7.6	5.6	9.2	10.0	10.5	12.6	11.6	8.6
Teneur en fer	40	—	0.3	10.0	6.0	1.0	0.1	—	—	—	—	—	—
	80	0.1	5.0	16.0	10.0	2.0	0.1	0.2	0.1	1.0	0.05	0.2	0.05
Oxydabilité	40	—	20.4	30.8	32.2	—	9.4	10.5	16.4	11.7	18.4	11.9	13.2
	80	19.4	31.3	44.0	48.7	23.7	12.6	15.8	16.4	28.1	25.2	26.1	13.2

nous voyons de la table 22 qu'elle se caractérise par une oxydabilité relativement restreinte et une faible dureté. A mesure que le niveau du lac continue à baisser, les plages émergées deviennent de plus en plus larges, en même temps l'oxydabilité, la dureté, et la teneur en fer de l'eau augmentent (tab. 22). Dans les parties extrêmes des plages plus larges apparaît à leur surface une mince couche de sable sec. Les températures de l'insolation jouent alors un rôle considérable et atteignent de hautes valeurs, vu le grand nombre d'heures d'insolation qui atteignent leur maximum au cours des mois juin et juillet (tab. 20, p. 212).

Cet état de choses dure pendant les mois estivaux, en subissant des changements plus sérieux à mesure que l'automne approche. Nous notons alors avant tout une lente baisse des températures moyennes et maximales de l'air et une diminution du nombre des heures d'insolation. En même temps le niveau du lac monte en principe, en détruisant la structure estivale (typique) des plages, dont la largeur décroît graduellement. Cette dernière circonstance n'est pas sans importance pour l'action des vagues qui peuvent maintenant inonder les plages sur toute leur étendue. En rapport avec toutes les circonstances, qui viennent d'être citées, la concentration des électrolytes dans l'eau des plages diminue; durant cette période sa dureté est parfois moindre que celle de l'eau lacustre; l'oxydabilité baisse aussi considérablement. C'est la période, où les plages sont le plus propres et même celles qui se caractérisaient en été par une grande oxydabilité de l'eau, contiennent en automne des quantités bien moindres de substances organiques (Dejciowa, tab. 22). Cet état de choses dure jusqu'au moment, où le lac se couvre de glace, ce qui a ordinairement lieu au mois de décembre (table 1, p. 172). Quant à la vie du psammon, un grand rôle y jouent les premières gelées qui mettent un terme au cycle vital des plages, ce qui a lieu généralement vers la fin du mois d'octobre, de sorte que durant les mois qui suivent (novembre, décembre) on ne trouve plus de Rotifères dans le sable des plages.

Dans la vie du psammolittoral on peut donc distinguer 4 périodes:

1) Printemps (mi-avril—mi-mai): Le niveau du lac, d'abord élevé, baisse graduellement; les plages, pas très larges, sont entièrement humides et peuvent être inondées entièrement par des vagues même pas très grandes. Les températures de la surface des plages ne s'élèvent pas en principe au-dessus d'une vingtaine de degrés environ. La concentration des électrolytes dans l'eau des plages n'est pas grande. L'oxydabilité, d'abord peu considérable, augmente vite. Beaucoup de détritrus sur les plages.

2) Été (mi-mai—mi-septembre): Le niveau du lac est en principe bas; seules des crues périodiques sont possibles. Les plages atteignent leur largeur maximale; il se forme des régions,

que les vagues, en principe, ne peuvent pas atteindre. A la surface des parties extrêmes des plages plus larges apparaît souvent une mince couche de sable sec. Les températures de l'insolation atteignent des valeurs très grandes. Les amplitudes des oscillations journalières sont grandes. La concentration des électrolytes est considérable, l'oxydabilité de l'eau du sable est grande, toutefois le détritit qui encombrait les plages, disparaît peu à peu.

3) *Automne* (mi-septembre — fin d'octobre, premières gelées): Le niveau du lac s'élève; la largeur des plages diminue; les vagues, qui inondent les plages entièrement, jouent un grand rôle. La température baisse considérablement. La concentration des électrolytes et l'oxydabilité diminuent également. Peu de détritit.

4) *Hiver* (novembre — mi-avril): Au commencement de cette période, les choses demeurent en principe dans le même état qu'à la fin de la période précédente, mais la baisse de la température continue. Les gelées deviennent fréquentes. Enfin les plages se couvrent de glace.

8. Remarques générales; comparaison avec d'autres milieux.

Dans les chapitres précédents j'ai tâché de donner une esquisse des relations physico-chimiques qui caractérisent le psammolittoral de nos lacs; maintenant je ferai quelques remarques générales sur ce milieu.

Avant tout il faut remarquer la position topographique particulière du psammolittoral par rapport à d'autres régions du lac. En apparence, nous avons déjà affaire avec de la terre ferme et avec des conditions vitales terrestres, toutefois, la présence de petites quantités d'eau, contenues parmi les grains de sable crée des conditions qui permettent aux microorganismes par excellence aquatiques d'exister même dans des zones émergées du psammolittoral. Ici il faut insister d'abord sur le fait, que le psammolittoral se divise en deux zones, qui se distinguent déjà au premier coup d'oeil: les sables immergées et les sables émergées, qui diffèrent entre eux sous divers rapports.

Ces différences sont illustrées d'une manière schématique par la fig. 10, qui représente les différentes marques caractéristiques du psammolittoral à de diverses distance de l'eau. Du parcours

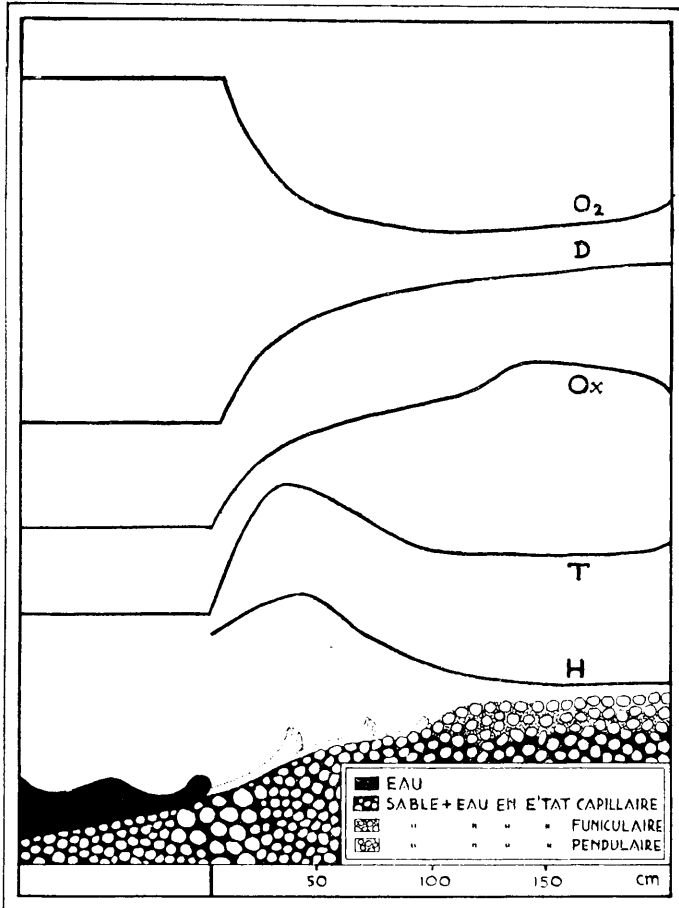


Fig. 10.—Schéma illustrant la disposition horizontale des différentes marques caractéristiques du psammolittoral à diverses distances de la limite de l'eau. H = humidité de l'air à la hauteur de 1 cm au-dessus de la surface de la plage; T = température de la surface du sable; Ox = oxydabilité de l'eau saturant le sable; D = sa dureté totale et O_2 = sa teneur en oxygène.

des courbes schématiques, qui montrent la disposition de plusieurs facteurs écologiques sur la plage (température, humidité relative de l'air au-dessus de la plage, oxydabilité de l'eau,

dureté totale, quantité d'oxygène dissout dans l'eau), on voit distinctement, que sous tous ces rapports la limite de l'eau constitue une limite bien marquée. Du point de vue d'une analyse encore plus exacte, la plage émergée peut être divisée en deux autres régions, que je vais caractériser ci-dessous. En fin de compte, on peut donc diviser le psammolittoral en 3 zones.

Comme nous allons le voir dans les chapitres suivants, cette division se répercute d'une manière définie dans l'ensemble des organismes psammiques, parmi lesquels on peut également distinguer 3 groupes que j'ai désignés par les termes: hydrosammon, hygrosammon et eupsammon (1934a). Pour ne pas compliquer la nomenclature, nous nous servirons des mêmes termes pour désigner les différentes zones du psammolittoral. Nous y distinguerons donc 3 régions suivantes:

1) Région d'hydrosammon: sables immergés, toujours recouverts d'une couche d'eau, dont l'épaisseur varie de plusieurs cm à peu de mètres (Wigry). Les organismes qui habitent cette région, se tiennent à la surface du sable et se meuvent parmi ses grains. Les relations écologiques sont semblables à celles d'autres parties du littoral du lac.

2) Région d'hygrosammon c'est la partie de la plage émergée, voisine de la limite de l'eau. Les vagues, même pas très grandes, l'inondent souvent. Même à sa surface l'eau demeure à l'état capillaire. Les températures de l'insolation atteignent ici leurs valeurs maximales; les amplitudes journalières des températures sont énormes. La composition de l'eau qui sature le sable de cette région diffère considérablement de la composition de l'eau lacustre; l'oxydabilité et la dureté sont grandes, l'oxygène y est dissout en quantités minimales. On y observe de fréquents changements de la structure de la plage et un déplacement des grains de sable, causé par les vagues.

3) La région d'eupsammon correspond aux parties extrêmes des plages et n'est bien formée que sur les plages plus larges pendant la période estivale. Les vagues ne l'atteignent pas en principe, donc c'est la région peu lotique; l'eau à sa surface demeure à l'état funiculaire. À la surface apparaît souvent une mince couche de sable sec. La composition chimique de l'eau diffère peu en principe de celle de l'eau de la région d'hygrosammon.

En terminant ce chapitre, nous jetterons encore un coup d'oeil sur le caractère écologique général du psammolittoral et sur son rapport à d'autres biotopes. J'ai déjà touché en partie cette question dans le chapitre consacré à la thermique, où j'ai fait quelques analogies, surtout entre le vrai littoral et le psammolittoral, ainsi qu'entre ce dernier et les petits bassins d'eau. Quant à la première question, le psammolittoral et surtout ses parties exondées, constituent, comme j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer, un milieu lacustre extrême, offrant sous de nombreux rapports des relations outrées en comparaison avec d'autres régions du bassin. Ici j'insisterai encore une fois sur l'immense „loticité” du psammolittoral (et spécialement de la région d'hygropsammon) et sur le grand rôle de vagues et des troubles qu'elles provoquent. On peut également montrer une certaine ressemblance entre le psammolittoral et les petits bassins d'eau. A part les caractéristiques thermiques qui ont déjà été analysées et en particulier celle de l'astatisme, il faut encore prêter une attention à une grande oxydabilité de l'eau, souvent rencontrée dans les petits bassins. On pourrait presque dire, que le psammolittoral puisse être comparé à un ensemble de minuscules bassins, dont la capacité égalerait aux espaces compris entre les grains de sable.

Enfin, notre attention est surtout captivée par une certaine ressemblance, qui au premier abord ne nous semble pas claire, entre les parties émergées du psammolittoral et les tapis de mousses. Je passerai sous silence les ressemblances thermiques bien nettes qui ont déjà été mentionnées (page 216), mais il convient d'insister sur le fait que le facteur, qui rend possible l'existence des microorganismes aussi bien parmi les mousses que dans le sable, c'est l'eau qui remplit les menus interstices capillaires: dans les mousses—parmi les tissus des plantes, dans le sable—parmi ses grains. Ici et là une grande oxydabilité de l'eau constitue aussi une caractéristique commune. Dans les bassins couverts de *Sphagnum* l'oxydabilité peut dépasser 100 mg/l O₂ (SKADOVSKY, 1926) et dans les sables—50. En relation avec ce fait, nous y trouvons, ici et là, une petite quantité d'O₂ dissout (PEUS, 1932). Assurément, il ne faut pas oublier qu'il y a aussi de grandes différences parmi ces milieux; p. ex.: la „loticité” du psammolittoral, les différentes concentrations des

ions d'hydrogène (dans les mousses habituellement $\text{pH} < 5$ et dans les sables, dans tous les cas qui me sont connus, $\text{pH} > 7$), les différences de la concentration des électrolytes, et d'autre part —le fait, que les mousses sont exposées à la dessiccation en un degré bien plus grand que ne le sont les sables etc. Néanmoins, les ressemblances qui viennent d'être indiquées semblent être assez essentielles et se reflètent d'une certaine manière sur la faune des deux milieux (voir plus bas, p. 234).

IV. Les Rotifères comme élément important de la biocénose de psammon.

1. Introduction. Méthodes des recherches.

SASSUCHIN, KABANOV et NEISWESTNOVA (1927) ont dressé pour la première fois une liste plus détaillée des microorganismes végétaux et animaux peuplant le milieu que nous venons de caractériser dans le chapitre précédent. Ces auteurs constatèrent dans le psammon la présence des représentants des groupes suivants: *Bacteriae*, *Cyanophyceae*, *Conjugatae*, *Diatomaceae*, *Chlorophyceae*, *Flagellata*, *Rhizopoda*, *Heliozoa*, *Ciliata*, *Rotatoria*, *Gastrotricha*, *Turbellaria*, *Nematoda*, *Oligochaeta*, *Tardigrada*, *Diptera-larvae*. La liste qu'ils élaborèrent embrasse un nombre considérable de formes très variées, mais ce qui frappe surtout notre attention, c'est qu'ils ne nomment aucune espèce dont la liaison stricte à la vie dans le sable leur paraîtrait probable. C'est d'ailleurs tout à fait compréhensible, qu'ayant un si grand nombre de différents groupes à considérer, il était difficile de soumettre à une analyse systématique détaillée les espèces peuplant le psammon. Dans le travail présent j'ai suivi une autre voie: m'étant borné à un seul groupe animal—celui de Rotifères—j'ai tâché avant tout de déterminer autant que possible les formes trouvées, ce qui m'a amené maintes fois à décrire de nouvelles espèces. Grâce à cette méthode de travail, il était plus facile d'éviter l'omission de formes caractéristiques, ou bien la détermination des espèces plus difficiles sous le rapport systématique par les noms des formes communes apparentées, ce que les auteurs russes n'ont pu éviter, du

moins par rapport aux Rotifères. Il est vrai, que les conclusions, basées sur des matériaux concernant seulement un groupe animal, ne peuvent avoir d'importance générale; il faut toutefois faire remarquer, que justement les Rotifères constituent un composant typique et bien important du psammon.

Les méthodes de mes recherches étaient très simples: avec une éprouvette en verre, assez large, de la capacité de 40 cm³ environ, je prenais le sable de la surface de la plage jusqu'à une profondeur d'environ 1/2 cm. Je remplissais de cette manière l'éprouvette entière. Ensuite son contenu était placé dans un vase plus grand, et recouvert d'eau du lac, préalablement filtrée deux fois à l'aide du papier buvard. L'eau constituait la moitié de la capacité de l'éprouvette. Je me servais de l'eau filtrée et non de l'eau distillée, comme le faisaient les auteurs russes, car je trouve ce moyen plus efficace pour un zoologiste; il contribue à prolonger considérablement la vie des animaux contenus dans l'échantillon.

Ensuite le vase était soumis à des secousses courtes mais violentes, grâce auxquelles le sable et l'eau se mélangeaient. Les secousses une fois finies, le sable se déposait vite au fond du vase et l'eau avec les microorganismes qui y demeuraient, était versée dans un autre vase et étudiée à l'aide du microscope binoculaire. Je dois faire remarquer, que bien que la méthode décrite paraisse au premier abord être brutale par rapport à des organismes si délicats que les Rotifères, en réalité elle est très bien supportée par les plus délicats d'entre eux qui, de même que les mâles, endurent très bien même un rinçage répété plusieurs fois.

Durant l'étude des matériaux à l'aide du microscope binoculaire, je définissais le nombre des exemplaires des espèces particulières de Rotifères, que je marquais au moyen du modèle généralement adopté:

- rr — espèces trouvées en exemplaires isolés,
- r — espèces peu nombreuses dans l'échantillon,
- c — espèces assez nombreuses dans l'échantillon,
- cc — espèces nombreuses dans l'échantillon,
- ccc — espèces apparaissant dans l'échantillon en masse.

Il est vrai, que cette méthode n'est qu'un succédané d'une définition vraiment „quantitative" des matériaux et on peut lui faire bien des objections, comme avant tout celle d'une grande subjectivité des définitions citées. Toutefois, après qu'on a acquis une certaine habitude, avec de l'attention et une conscience nette des causes possibles d'erreurs, cette méthode peut sans aucun doute donner une certaine idée assez fidèle de la réalité. En outre, quand il s'agit des espèces psammiques, on évite les erreurs commises pendant les récoltes, erreurs qui sont inévitables par rapport, p. ex. au plancton. Quand on se sert toujours d'éprouvettes d'une même dimension et de la même quantité d'eau pour diluer les échantillons, on a toujours affaire à la même condensation des microorganismes dans les échantillons étudiés.

A l'occasion, il convient de faire remarquer, que les définitions de la quantité des espèces psammiques ne peuvent pas être directement comparées aux mêmes définitions employées habituellement envers des organismes provenant d'autres milieux aquatiques, car pendant les récoltes exécutées à l'aide du filet planctique c'est un échantillon condensé que nous obtenons et continuons d'étudier, tandis que pendant l'étude de la faune psammique, au contraire, nous diluons l'échantillon naturel en y ajoutant une certaine quantité d'eau pure.

Pour illustrer d'une manière plus précise la répartition des Rotifères sur les plages, je me servais aussi dans certains cas de simples méthodes de prélèvements purement quantitatifs. À l'aide d'une mesure en fer blanc dont la surface comptait strictement 1 cm^2 ou bien 5 cm^2 et de la hauteur d'un demi cm, je découpais de la surface de la plage de petites parcelles de sable humide strictement définies ($1/2$ ou bien $2 1/2 \text{ cm}^3$). Ces parcelles étaient ensuite soumises à un rinçage de la manière déjà décrite. Ensuite, à l'aide du microscope binoculaire je prenais au moyen d'une pipète et je comptais tous les Rotifères qui se trouvaient dans le prélèvement. L'examen de l'échantillon durait jusqu'au moment, où une recherche de trois minutes ne donnait plus un seul représentant du groupe; un rinçage répété 5 ou 6 fois suffisait d'habitude. Les chiffres obtenus de cette manière, étaient ensuite calculés par rapport à 10 cm^2 .

Les résultats, obtenus par cette méthode (qui est d'ailleurs assez pénible en pratique), comparés à de nombreuses séries de prélèvements, définis à l'aide de la méthode approximative, déjà décrite, permettent de s'orienter assez bien dans les relations quantitatives de l'apparition des Rotifères dans le psammon. Les échantillons étaient pris habituellement par séries à différentes distances de la limite de l'eau, aussi bien à la surface de la plage qu'à une certaine profondeur. Au total, j'ai étudié environ 270 séries, c'est-à-dire près de 700 prélèvements de sable.

Les échantillons étaient toujours étudiés in vivo; beaucoup d'entre eux étaient soumis à une étude à l'aide du microscope binoculaire immédiatement sur place; d'autres étaient transportés au laboratoire. Un prélèvement de sable humide bien bouché et protégé contre l'action de la lumière et d'une température élevée, se conserve assez bien pendant un certain temps, de sorte qu'encore le lendemain il peut être étudié. En été la conservation des échantillons est plus difficile et exige un rafraîchissement à l'aide d'un courant d'eau.

Les échantillons transvasés dans des récipients plus grands et dilués d'une petite quantité d'eau se conservent également assez bien. En automne, dans une température de 6 à 10^0 je conservais de tels prélèvements jusqu'à 2 semaines et même plus. Les Rotifères demeuraient en vie durant toute cette période. Toutefois, après un certain temps plus ou moins long, les relations quantitatives changent complètement, car sans doute dans les conditions données certaines espèces se portent mieux que d'autres, toutefois, la colonie entière prospère en général assez bien et souvent les mâles, p. ex., apparaissent en plus grand nombre après une pause de quelques jours, qu'immédiatement après la récolte.

2. Liste de Rotifères psammiques des bassins d'eau examinés.

Après avoir présenté dans un autre travail (1934c) une revue systématique détaillée de tous les Rotifères trouvés pendant mes recherches, je me borne maintenant à donner ci-dessous une liste de ces espèces.

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Proales minima</i> (Montet) | 16. <i>Cephalodella tenuior</i> (Gosse) |
| 2. <i>Proales quadrangularis</i> (Glascott) | 17. <i>Cephalodella eva</i> (Gosse) |
| 3. <i>Bryceella tenella</i> (Bryce) | 18. <i>Cephalodella apocolea</i> Myers |
| 4. <i>Taphrocampa annulosa</i> Gosse | 19. <i>Cephalodella compacta</i> Wiszniewski |
| 5. <i>Cephalodella catellina</i> (Müller) ¹⁾ | 20. <i>Cephalodella megalotrocha</i> Wiszn. |
| 6. <i>Cephalodella gibba</i> (Ehr.) | 21. <i>Cephalodella remanei</i> Wiszniewski |
| 7. <i>Cephalodella gracilis</i> (Ehr.) | 22. <i>Scaridium longicaudum</i> (Müller) |
| 8. <i>Cephalodella forficula</i> (Ehr.) | 23. <i>Monommata astia</i> Myers |
| 9. <i>Cephalodella auriculata</i> (Müller) | 24. <i>Lindia truncata</i> (Jennings) |
| 10. <i>Cephalodella exigua</i> (Gosse) | 25. <i>Lindia janickii</i> Wiszniewski |
| 11. <i>Cephalodella ventripes</i> (Dixon-
Nuttall) | 26. <i>Dicranophorus forcipatus</i> (Müller) |
| 12. <i>Cephalodella strigosa</i> Myers | 27. <i>Dicranophorus robustus</i>
Harr. & Myers |
| 13. <i>Cephalodella tachyphora</i> Myers | 28. <i>Dicranophorus edestes</i> Harr. & Myers |
| 14. <i>Cephalodella crassipes</i> (Lord) | 29. <i>Dicranophorus lütkeni</i> (Bergendal) |
| 15. <i>Cephalodella megaloccephala</i>
(Glascott) | 30. <i>Dicranophorus leptodon</i> Wiszniewski |
| | 31. <i>Dicranophorus hercules</i> Wiszniewski |

¹⁾ Quand le travail présent était déjà sous presse, j'ai reçu l'ouvrage récent d'Edmondson et Hutchinson (Yale North India Exp. Article IX: Report on *Rotatoria*.—Mem. Connecticut Acad. X. September 1934), qui discutent la taxonomie des diverses formes de „*Cephalodella catellina*” s. lato. Les auteurs confirment l'indépendance spécifique indubitable des formes décrites par Harring et Myers et par Weber, conformément aux conclusions que j'ai eu l'occasion d'exposer (1934c). Ils considèrent cependant la forme de Harring et Myers comme repondant à la vraie *Cephalodella catellina* (Müller) et pour la forme, dessinée par Weber et appelée aussi par moi „*Cephalodella catellina*”, ils ont eu l'amabilité de proposer la dénomination *Cephalodella wiszniewskii*. Eh bien, la nomenclature de „*Ceph. catellina*” devient assez compliquée. Il m'est impossible à causes techniques d'analyser ici les détails de cette question, il serait aussi difficile d'introduire le nouveau nom dans le texte du travail présent, je dois alors me borner à établir certains faits taxonomiques suivants:

Cercaria catellina Müller 1786 — impossible à reconnaître;

Cephalodella catellina Weber 1898 = *C. catellina* Wiszniewski 1934c
= *C. wiszniewskii* Edmondson et Hutchinson 1934;

Cephalodella catellina Harring et Myers 1924 = *C. myersi* Wiszniewski 1934c = *C. catellina* Edmondson et Hutchinson 1934.

- | | |
|---|--|
| 32. <i>Dicranophorus hercules capucinioides</i> Wiszniewski | 57. <i>Euchlanis deflexa</i> Gosse |
| 33. <i>Myersina tetraglena</i> Wiszniewski | 58. <i>Lecane clara</i> (Eryce) |
| 34. <i>Encentrum diglandula</i> (Zawadowsky) | 59. <i>Lecane levistyla</i> (Olofsson) |
| 35. <i>Wierzejskiella velox</i> (Wiszniewski) | 60. <i>Lecane flexilis</i> (Gosse) |
| 36. <i>Wierzejskiella sabulosa</i> (Wiszn.) | 61. <i>Lecane luna</i> (Müller) |
| 37. <i>Wigrella depressa</i> Wiszniewski | 62. <i>Monostyla psammophila</i> Wiszn. |
| 38. <i>Synchaeta kitina</i> Rousselet | 63. <i>Monostyla closteroerca</i> Schmarda |
| 39. <i>Synchaeta oblonga</i> Ehr. | 64. <i>Monostyla lunaris</i> (Ehr.) |
| 40. <i>Synchaeta tremula</i> (Müller) | 65. <i>Monostyla stenroosi</i> Meissner |
| 41. <i>Polyarthra trigla</i> Ehr. | 66. <i>Monostyla scutata</i> Harr. & Myers |
| 42. <i>Gastropus stylifer</i> Imhof | 67. <i>Monostyla hamata</i> Stokes |
| 43. <i>Ascomorpha saltans</i> (Bartsch) | 68. <i>Monostyla gwileti</i> Tarnogradsky |
| 44. <i>Diurella intermedia</i> (Stenroos) | 69. <i>Lepadella patella</i> (Müller) |
| 45. <i>Diurella taurocephala</i> Hauer | 70. <i>Lepadella ovalis</i> (Müller) |
| 46. <i>Diurella pygocera</i> Wiszniewski | 71. <i>Colurella coluris</i> (Ehr.) |
| 47. <i>Diurella porcellus</i> (Gosse) | 72. <i>Colurella obtusa</i> (Gosse) |
| 48. <i>Diurella uncinata</i> (Voigt) | 73. <i>Colurella uncinata</i> (Müller) |
| 49. <i>Diurella tenuior</i> (Gosse) | 74. <i>Colurella gastracantha</i> Hauer |
| 50. <i>Diurella dixon-nuttalli</i> Jennings | 75. <i>Trichotria tetractis</i> (Ehr.) |
| 51. <i>Elosa spinifera</i> Wiszniewski | 76. <i>Philodina roseola</i> Ehr. |
| 52. <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse) | 77. <i>Philodina citrina</i> Ehr. |
| 53. <i>Notholca foliacea</i> (Ehr.) | 78. <i>Philodina megalotrocha</i> Ehr. |
| 54. <i>Notholca acuminata</i> (Ehr.) | 79. <i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas) |
| 55. <i>Notholca striata labis</i> (Gosse) | 80. <i>Rotaria tardigrada</i> (Ehr.) |
| 56. <i>Euchlanis dilatata</i> Ehr. | 81. <i>Rotaria neptunia</i> (Ehr.) |
| | 82. <i>Adineta gracilis</i> Janson. |

3. Rapport de différentes espèces envers le psammon.

Toutes les espèces citées dans la liste précédente ne jouent pas un rôle égal dans la vie du psammon. Les unes y apparaissent tout à fait fortuitement, d'autres s'y rencontrent même souvent, mais sont toujours peu nombreuses, pendant que d'autres encore apparaissent parfois en masses. En analysant maintenant ces relations, je considérerai avant tout le lac Wigry, comme étant le mieux étudié.

Si nous analysons l'apparition quantitative des espèces particulières, en les réunissant en quatre groupes par rapport au nombre de leurs représentants dans le psammon, nous pourrions obtenir une image suivante:

1.—Dans le premier groupe nous ferons entrer les espèces

qui constituent le principal élément quantitatif du psammon de Wigry; ce milieu présente de si bonnes conditions de leur développement, qu'elles y apparaissent très abondamment durant toute la période vitale ou bien seulement dans certains moments, atteignant au moins le nombre „cc”. Ce sont les espèces suivantes:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Cephalodella catellina</i> | 8. <i>Lecane clara</i> |
| 2. „ <i>gibba</i> | 9. „ <i>levistyla</i> |
| 3. „ <i>auriculata</i> | 10. <i>Monostyla psammophila</i> |
| 4. <i>Wierzejskiella velox</i> | 11. „ <i>closterocerca</i> |
| 5. „ <i>sabulosa</i> | 12. <i>Lepadella patella</i> |
| 6. <i>Diurella taurocephala</i> | 13. <i>Colurella colurus</i> |
| 7. <i>Elosa spinifera</i> | |

2.—Au second groupe appartiennent les espèces qui apparaissent souvent en un nombre assez considérable, mais ne dépassant jamais „c”:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Bryceella tenella</i> | 7. <i>Encentrum diglandula</i> |
| 2. <i>Lindia janickii</i> | 8. <i>Diurella intermedia</i> |
| 3. <i>Cephalodella gracilis</i> | 9. <i>Diurella tenuior</i> |
| 4. „ <i>megalocephala</i> | 10. <i>Notholca striata labis</i> |
| 5. <i>Dicranophorus lütkeni</i> | 11. <i>Philodina megalotrocha</i> |
| 6. „ <i>hercules</i> | 12. <i>Adineta gracilis</i> |

3.—Le troisième groupe se compose d'espèces peu nombreuses, apparaissant tout au plus en quantité „r”, mais qu'on peut constater assez souvent sur les différentes plages:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. <i>Proales minima</i> | 6. <i>Lecane luna</i> |
| 2. <i>Cephalodella forficula</i> | 7. <i>Monostyla lunaris</i> |
| 3. „ <i>ventripes</i> | 8. <i>Philodina citrina</i> |
| 4. „ <i>compacta</i> | 9. <i>Rotaria rotatoria</i> |
| 5. <i>Diurella pygocera</i> | 10. „ <i>tardigrada</i> |

4.—Enfin le quatrième groupe se compose des 47 espèces qui nous restent et dont les représentants apparaissent seulement en exemplaires isolés.

Un pareil rapprochement des espèces, qui se base seulement sur une marque de l'apparition des Rotifères, notamment sur le nombre des individus, nous donne une caractéristique assez incomplète de cet ensemble. On pourrait les grouper encore autrement, en considérant le nombre des habitats, où l'espèce en question apparaissait, mais ce groupement, dans

beaucoup de détails serait conforme au groupement précédent, sans d'ailleurs apporter rien de nouveau. Par contre, il serait utile d'examiner de plus près, à quel degré les espèces particulières dépendent-elles des conditions vitales du psammon. Il est vrai que certaines espèces sont nombreuses dans le psammolittoral, mais elles sont tout aussi nombreuses dans d'autres milieux. D'autres—nombreuses dans le sable sont pour le moment tout à fait inconnues autrepars. D'autres encore sont peu nombreuses dans le sable et n'apparaissent point dans d'autres biotopes, etc. De ce point de vue on peut de nouveau diviser tous nos matériaux en quelques groupes, en définissant leur caractère écologique par rapport au psammon d'une manière analogue aux définitions de THIENEMANN (1925), comme psammobiontes, -philes et -xènes.

1.—Les espèces psammobiotiques sont connues jusqu'à présent seulement du psammolittoral, dans d'autres milieux elles n'étaient point rencontrées ou bien seulement accidentellement. Ici on peut encore distinguer 2 sous-groupes:

a) Les espèces relativement nombreuses dans le psammolittoral qui constituent un important élément quantitatif du psammon, ou bien celles qui sont peu nombreuses, mais qui apparaissent constamment, d'année en année et sur un grand nombre de plages, donc celles, qui ont un caractère écologique bien distinct et qui atteignent dans ce milieu l'optimum de leur développement. Ce sont les espèces suivantes:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Lindia janickii</i> | 7. <i>Diurella taurocephala</i> |
| 2. <i>Cephalodella compacta</i> | 8. " <i>pygocera</i> |
| 3. <i>Dicranophorus hercules</i> | 9. <i>Elosa spinifera</i> |
| 4. <i>Encentrum diglandula</i> | 10. <i>Lecane levistyla</i> |
| 5. <i>Wierzejskiella velox</i> | 11. <i>Monostyla psammophila</i> |
| 6. " <i>sabulosa</i> | |

b) Les espèces, qui, bien que représentées dans le psammolittoral par un petit nombre d'individus, ne sont point connues d'autres milieux. Leur caractère écologique n'est pas si distinct que celui du sous-groupe a); il est possible, que de nouvelles recherches nous apprendront, que certaines de ces espèces ne sont pas psammobiotiques, mais eurytopes, apparaissant en un petit nombre dans différents milieux. Ici appartiennent:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 12. <i>Cephalodella megalotrocha</i> | 15. <i>Myersina tetraglena</i> |
| 13. " <i>remanei</i> | 16. <i>Wigrella depressa</i> |
| 14. <i>Dicranophorus leptodon</i> | |

2.—Les espèces psammophiles apparaissent dans le psammon relativement en grand nombre, mais elles sont également connues dans d'autres milieux, non seulement comme élément fortuit; ou bien peu nombreuses dans le psammon, elles sont très rares dans d'autres milieux. Ici nous pouvons distinguer aussi deux sous-groupes.

a) Les espèces nettement eurytopes, nombreuses dans le psammon, mais apparaissant souvent en quantités considérables également dans d'autres milieux. Ce sont:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Cephalodella catellina</i> | 5. <i>Lepadella patella</i> |
| 2. " <i>auriculata</i> | 6. <i>Colurella colurus</i> |
| 3. " <i>gibba</i> | 7. <i>Monostyla closterocerca</i> |
| 4. <i>Cephalodella gracilis</i> | |

b) Les espèces peu nombreuses, mais constituant un élément constant du psammon, par contre relativement rares dans d'autres milieux. Telles sont:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 8. <i>Proales minima</i> | 15. <i>Diurella intermedia</i> |
| 9. <i>Bryceella tenella</i> | 16. <i>Diurella tenuior</i> |
| 10. <i>Monommata astia</i> | 17. <i>Notholca striata labis</i> |
| 11. <i>Cephalodella megalcephala</i> | 18. <i>Lecane clara</i> |
| 12. " <i>ventripes</i> | 19. <i>Rotaria tardigrada</i> |
| 13. " <i>tachyphora</i> | 20. <i>Philodina megalotrocha</i> |
| 14. <i>Dicranophorus lütkeni</i> | 21. <i>Adineta gracilis</i> |

3.—Espèces psammoxènes, c'est-à-dire les dernières 45 espèces qui nous restent et qui ne jouent pas de rôle important dans la vie du psammon. Leur apparition dans ce milieu est tout à fait fortuite.

Cette division répond à l'opinion, que nous pouvons nous faire sur le caractère écologique des espèces particulières, en nous basant sur l'état actuel de nos connaissances de la biologie des Rotifères. De futures recherches peuvent assurément amener certains changements dans cette disposition, mais, dans ses lignes principales ce rapprochement présente, je crois, d'une manière assez fidèle les relations de la réalité.

4. La faune des Rotifères psammiques comparée aux faunes d'autres milieux.

Au point de vue écologique, c'est le groupe a) qui, parmi les espèces psammobiotiques, possède une physionomie des plus décidées. Ces Rotifères marquent tout l'ensemble d'une empreinte spécifique; de concert avec les espèces psammophiles, elles précisent sa différence des autres ensembles de Rotifères.

Avant de comparer les Rotifères psammiques avec la composition qualitative d'autres milieux, il faut constater, que la faune des Rotifères psammiques ne ressemble pas à celle du bassin avoisinant et n'en dépend point, contrairement aux conclusions des auteurs russes (SASSUCHIN, KABANOV, NEISWESTNOVA 1927). L'influence du bassin d'eau peut s'exprimer seulement par la présence de telle ou autre espèce psammoxène, par contre les espèces psammobiotiques et psammophiles apparaissent exclusivement dans le psammolittoral et en principe ne se trouvent pas dans ces parties du littoral où le sable du fond ne joue pas de rôle plus important. Une chasse au filet, poursuivie même au-dessus du fond sablonneux, donne un résultat tout autre que l'analyse du sable lui-même. D'autant plus une chasse au-dessus des sédiments de craie lacustre ne démontrera jamais la présence d'espèces psammiques, excepté tout au plus quelques individus fortuits.

Les auteurs russes créèrent la conception, que le psammon présente un ensemble intermédiaire entre la vie dans l'eau et la vie sur la terre ferme. SASSUCHIN a illustré cette conception par le schème suivant (1931 p. 388):

Hydrobios—Psammobios (Psammon)—Geobios (Edaphon).!

Cette conception ne me paraît pas être tout à fait juste et ne peut être adaptée aux considérations sur la faune des Rotifères. Car l'ensemble des Rotifères psammiques n'a rien de commun—j'y insiste encore une fois—avec la faune du bassin avoisinant, mais constitue un ensemble fermé et indépendant. Il ne montre non plus aucune marque intermédiaire dans la direction de la faune édaphique, qui d'ailleurs, quant aux Rotifères, doit être extrêmement pauvre (FRANCÉ 1913).

Si maintenant nous procédons à une analyse plus détaillée de la composition qualitative de la faune des Rotateurs psammi-

ques, en ne considérant toutefois que les espèces psammobiotiques et psammophiles comme seules caractéristiques par rapport à leur écologie, nous constaterons, que 37 espèces seront distribuées entre différents groupes systématiques de la manière suivante:

Notommatidae	— 22 espèces	— 59.5 0/0
Trichocercidae	— 5 „	— 13.6 0/0
Lecaninae	— 4 „	— 10.9 0/0
Lepadellinae	— 2 „	— 5.4 0/0
Bdelloidea	— 3 „	— 7.9 0/0
Brachionidae	— 1 „	— 2.7 0/0

Notre attention est frappée avant tout par l'énorme prépondérance de la famille des *Notommatidae*, ainsi que par le petit nombre de groupes systématiques dont les représentants jouent dans le psammon un rôle plus important, car seulement quatre groupes: *Notommatidae*, *Trichocercidae*, *Lecaninae* et *Lepadellinae* représentent presque 90% de toute la faune des Rotifères psammobiotiques et psammophiles. Il est curieux de constater un fait caractéristique, c'est que ces mêmes quatre groupes caractérisent également un ensemble tout différent de Rotifères, notamment la biocénose de *Sphagnum*. Il est vrai, qu'à côté de cette similitude, ces deux ensembles présentent aussi de grandes différences: le groupe *Bdelloidea*, qui joue dans le psammon un rôle insignifiant, occupe, au contraire, une large place parmi les Rotifères bryophiles. Néanmoins, la ressemblance de la composition de la faune de *Ploima* dans les deux biotopes est frappante. En outre, on peut indiquer une suite d'espèces communes pour les deux ensembles et pour un grand nombre d'espèces psammobiotiques on peut trouver parmi la faune de *Sphagnum* des espèces correspondantes, congénériques. Dans la table 23 je tâche de faire une comparaison de cette sorte entre les espèces psammobiotiques et psammophiles d'une part et les Rotifères de *Sphagnum* d'autre part. Ce rapprochement a offert quelques difficultés par le fait, que je ne connais pas d'étude plus détaillée de l'ensemble de la faune des Rotifères bryophiles, car les listes que donnent HARNISCH (1929) et PEUS (1932) ne sont point complètes. Je me suis surtout basé sur les travaux de BRYCE, HAUER, STEINECKE, HEINIS, ainsi que sur les données de HARRING et MYERS.

T A B. 23.
Faune de Rotifères psammiques
par comparaison à celle de Rotifères de *Sphagnum*.

Sables humides		
	Tapis de <i>Sphagnum</i>	
	<i>Proales minima.</i>	<i>Proales brevipes, ornata, granulosa, gladia, macrura.</i>
	<i>BRYCEELLA tenella.</i>	<i>BRYCEELLA stylata.</i>
<i>Cephalodella compacta,</i> <i>C. remanei.</i> <i>Lindia janickii.</i>	<i>Ceph. gibba, auriculata,</i> <i>C. tachyphora.</i>	Nombreuses espèces de <i>Cephalodella.</i> <i>Lindia pallida, annecta.</i>
<i>Dicranophorus hercules,</i> <i>D. leptodon.</i> <i>Encentrum diglandula.</i>	<i>Dicranophorus lütkeni.</i>	<i>Dicr. saevus, strigosus,</i> <i>D. facinus, permollis.</i> <i>Encentrum belluinum,</i> <i>parime, boreale, elongatum, caratum.</i>
<i>WIERZEJSKIELLA ve-</i> <i>lox, W. sabulosa.</i>		<i>WIERZEJSKIELLA ric-</i> <i>ciae, W. elongata (?).</i>
<i>Diurella taurocephala,</i> <i>D. pygocera.</i> <i>ELOSA spinifera.</i> <i>Lecane levistyla.</i>	<i>Diur. intermedia, tenuior.</i> <i>Lecane clara.</i>	<i>Diur. bidens, collaris.</i> <i>ELOSA worrallii.</i> Nombreuses espèces de <i>Lecane.</i>
<i>Monostyla psammophila.</i>		Nombreuses espèces de <i>Monostyla.</i>
	<i>Lepadella patella.</i>	} Plusieurs représentants de <i>Lepadellinae.</i>
	<i>Colurella colurus.</i>	
	<i>Rotaria tardigrada.</i>	} Nombreux représen- tants de
	<i>Philodina megalotrocha.</i>	
	<i>Adineta gracilis.</i>	<i>Bdelloidea.</i>

Les noms imprimés en majuscules indiquent les genres qui n'ont point de représentants outre ceux qui apparaissent dans le psammon et dans les tapis de *Sphagnum*.

La ressemblance, que montrent entre eux deux ensembles de Rotifères en apparence si différents, deviendra claire quand nous nous rappellerons les analogies entre les conditions écologiques des tapis sphaigneux et du psammolittoral, surtout de ses strêfes émergées, qui d'ailleurs du point de vue faunique sont les plus importantes et les plus curieuses. Ces analogies ont déjà été indiquées dans un des chapitres précédents (p. 224). Grâce aux ressemblances écologiques, analysées dans le chapitre en question et à l'aide de certaines différences, nous pouvons aisément comprendre le fait d'une certaine similitude de l'ensemble des Rotifères sablonneux et de la faune bryophile, similitude, qui en conserve toutefois l'entière différence et le caractère spécifique.

5. Répartition horizontale de la vie sur la plage.

Sur chaque fragment du psammolittoral on peut distinguer au premier coup d'oeil, deux zones nettement limitées: les sables immergés et émergés. Cette dernière zone montre—comme il résulte des considérations contenues dans les chapitres précédents de cet ouvrage—des changements distincts de différents facteurs écologiques à mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau. Il en résulte une répartition horizontale des Rotifères sur les plages assez régulière. Dans ma note de 1934a j'ai distingué sous ce rapport trois ensembles: l'hydro-, l'hygro- et l'eupsammon, qui peuplent les strêfes déjà caractérisées dans les chapitres précédents (p. 222) du point de vue physico-chimique. Maintenant je veux donner leur brève caractéristique du point de vue faunique.

La division des ensembles particuliers se base sur une analyse des Rotifères; outre cela, j'ai également considéré l'apparition des Algues (*s. lato*—sans aucune analyse plus précise de ce groupe) en tenant également compte des conditions physico-chimiques. Assurément, les limites entre les zones qui correspondent aux ensembles en question ne sont pas nettement tracées: il est vrai que la limite du niveau normal de l'eau sépare nettement la strêfe des sables inondés de celle des sables émergés, toutefois les oscillations du niveau du lac et

surtout le mouvement des vagues contribuent souvent à effacer quelque peu cette limite. Le passage de la zone de l'hygro-sammon à celle de l'eupsammon est encore plus graduée et variable. La composition spécifique de ces trois ensembles ne montre, elle non plus, de différences nettement marquées: en principe, la majorité des espèces de Rotifères peut constituer le composant de chacune de ces formations, toutefois, certaines espèces montrent une préférence nettement marquée pour un ensemble défini et, d'autre part, les différences quantitatives sont souvent tout à fait distinctes.

Les tables I—VI, placées à la fin de cet ouvrage, servent à illustrer les relations dont il est question. Pour des causes techniques, je ne publie pas en entier les matériaux bruts, embrassant les procès-verbaux de toutes les récoltes, me contentant seulement de choisir les séries les plus complètes et les plus caractéristiques. Mes conclusions se basent toutefois sur tous les matériaux que je possède.

Ici il faut encore ajouter, que le psammolittoral du lac Wigry ne présente pas des conditions bien favorables à l'étude de la disposition horizontale de la vie des plages. Car d'une part, un faible développement de la strêfe des sables inondés amène la pauvreté de l'hydrosammon, d'autre part—l'étroitesse de la majorité des plages empêche un développement typique de l'eupsammon. Des matériaux, curieux sous ce rapport, me furent procurés surtout par la langue sablonneuse du lac Hańcza (table III et IV), ainsi que par le cap Wysoki Węgieł du lac Wigry (tab. I et II).

Considérons maintenant en détail des différents ensembles.

L'hydrosammon comprend des organismes qui vivent à la surface du sable inondé. Les sédiments calcaires de la beine littorale qui apparaissent en grande quantité et qui jouent un rôle important dans le littoral des lacs du district de Suwałki, influencent fâcheusement le développement de la vie dans cette zone. Une certaine quantité de craie lacustre, ajoutée au substratum, cause une disparition des Rotifères dans les limites de cette zone. Le lac de Wigry possède seulement en quelques endroits (p. 173) des beines plus étendues, composées de sable inondé pur et c'est là que furent surtout étudiés les Rotifères hydrosammiques. Dans les rivières, où le fond sablonneux joue

un rôle bien plus considérable, on peut sûrement trouver beaucoup de matériaux intéressants, qui pourraient compléter la caractéristique de l'ensemble en question. Plusieurs prélèvements provenant du milieu de la rivière Bug (près de Fronolów) qu'il m'a été donné d'étudier, éclairent cette question d'une manière fort curieuse. Dans un prélèvement pris d'un endroit éloigné d'une vingtaine de mètres de la rive, à une profondeur de 180 cm, j'ai pu constater la présence de Rotifères relativement nombreux, parmi lesquels se trouvaient aussi des espèces psammobiotiques (tab. XV).

L'hydrosammon lacustre présente un ensemble en général pauvre sous le rapport quantitatif et c'est ce qui est la cause de l'opinion générale, si répandue dans la littérature (voir l'avant-propos) sur la pauvreté de la vie dans les endroits sablonneux des beines littorales. Les Rotifères apparaissent ici habituellement dans un petit nombre d'individus. D'une part ce sont des représentants d'espèces psammoxènes, qui sont ici relativement plus fréquentes, que dans les parties émergées des plages, ce qui, d'ailleurs, est tout à fait compréhensible. D'autre part, nous rencontrons ici des représentants d'espèces qui atteignent un riche développement quantitatif au-dessus de la limite de l'eau, c'est-à-dire dans l'hydropsammon, par contre dans l'hydrosammon on les rencontre seulement de temps à autre et toujours en un petit nombre. A ce groupe appartiennent presque toutes les espèces hydropsammiques. La présence de ces espèces dans l'hydrosammon est en certain rapport avec l'action des vagues, qui emportent les animaux se trouvant sur les parties des plages habituellement émergées; en effet, on peut constater après une période de fortes vagues l'accroissement dans l'hydrosammon d'espèces de ce groupe. Toutefois, cela ne veut point dire, que ces espèces ne puissent pas se développer sur les sables inondés, car les beines de sable inondé qui ne voisinent pas avec les plages exondées (p. ex. Dermejki, habitat Nr. 27), ne sont pas dépourvues d'habitants de cette catégorie, mais jamais ils n'y atteignent un développement plus considérable et ne dépassent pas généralement le nombre „r”. De pareilles relations règnent aussi sur le fond sablonneux de la rivière Bug, toutefois là-bas certaines espèces, même psammobiotiques (*W. sabulosa*, *Diurella taurocephala*) atteignent la quantité „c”.

Enfin, il faut nommer un petit groupe d'espèces qui montre une préférence évidente pour l'hydrosammon. Ce sont avant tout: *Cephalodella ventripes*, *C. tachyphora*, *Notholca striata labis* et *Rotaria tardigrada*—qui se développent aussi bien dans cet ensemble, que dans la zone de l'hygrosammon la plus proche de l'eau. *Cephalodella auriculata* se développe le plus abondamment des deux côtés de la limite de l'eau dans son voisinage immédiat. En outre, trois nouvelles espèces se rencontrent dans l'hydrosammon, mais dans d'autres ensembles elles ne furent point trouvées. Ce sont: *Cephalodella remanei*, *Dicranophorus leptodon* et *Wigrella depressa*.

D'autres groupes de microorganismes semblent aussi apparaître dans cet ensemble en un nombre limité. Les Protozoaires atteignent ici parfois la quantité „cc”; toutefois ce groupe montre une répartition horizontale des plus uniformes en apparaissant parfois aussi fréquemment dans tous les trois ensembles (je juge ce groupe comme un tout, sans m'arrêter aux différences spécifiques).

De tous les trois ensembles sablonneux, c'est peut-être l'hydrosammon qui fut le plus souvent considéré dans la littérature, car c'est à ce milieu que se rapportent toutes les mentions concernant la vie sur un substratum sablonneux dans la zone littorale des lacs. Toutefois, dans la plupart des cas ces mentions se rapportent à la macrofaune. Quant à la microfaune, je n'ai point l'intention de prétendre à un rapprochement détaillé de ce genre de mentions, qu'on pourrait sans doute trouver dans la bibliographie de nombreux groupes animaux, ainsi que dans certains travaux sur la faune du littoral prise comme ensemble (voir l'avant-propos, p. 164).

Quant aux Algues, il faut constater en général, qu'elles se développent assez abondamment dans la zone de l'hydrosammon. Au cours de ce chapitre il faudra revenir plus d'une fois encore à la question des Algues. Il faudra aussi prêter une attention particulière à leur apparition parfois si nombreuse, qu'elles prêtent au sable une coloration distincte. Par analogie nous appellerons ce phénomène la „floraison du sable”. Il faut constater, que dans l'hydrosammon les floraisons distinctement marquées sont extrêmement rares. J'ai vu peu de fois dans la rivière Bug la surface du sable inondé dans une zone proche

de la limite de l'eau, couverte d'une légère couche jaune, due probablement à la présence des Diatomées. J'ai observé un phénomène analogue dans les lacs Gaładus (IX.1933) et Dowcień, mais jamais je n'ai vu dans cette zone de couches vertes, malgré que cela soit parfois possible, à en juger par les observations de KABANOV (1927).

L'hygropsammon peuple la plage émergée dans ses parties voisines de la limite de l'eau, qui sont encore sujettes à l'action des vagues même pas très grandes, qui rincent souvent cette partie de la plage; c'est justement la strêfe la plus lotique. L'eau qui sature le sable, demeure même à sa surface à l'état capillaire. C'est la zone du psammolittoral la plus riche par rapport à la vie animale et qui présente sous les autres rapports beaucoup de particularités spécifiques.

La faune des Rotifères y est extrêmement riche: la grande majorité des espèces psammobiotiques et psammophiles y atteint le maximum de son développement. Les espèces psammoxènes y jouent un rôle secondaire, n'apparaissant que rarement et en petites quantités, surtout après les périodes de grandes vagues. Un rapprochement des données concernant l'apparition quantitative des espèces particulières serait presque conforme aux rapprochements déjà cités pour tout le psammon, l'hygropsammon constituant aussi bien sous le rapport quantitatif que sous le rapport qualitatif le gros de l'ensemble entier.

Pendant les journées calmes, un fort accroissement quantitatif des Rotifères se laisse tout de suite constater immédiatement au-delà de la limite de l'eau. Au contraire, lorsque les vagues inondent les zones les plus rapprochées de l'eau, la zone du déferlement est relativement pauvre en microorganismes; un brusque accroissement de la population n'a lieu qu'en dehors d'elle. Seule, l'espèce *Cephalodella auriculata* peuple parfois en grand nombre la zone en question. En comparaison avec l'hydropsammon cet accroissement est souvent considérable, comme nous le montrent les tables I, II, III, IV et VI et surtout les résultats quantitatifs, rapprochés dans la table 24 où dans une distance de 10 cm au-delà de la limite de l'eau on peut constater un accroissement du nombre des Rotifères qui dépasse presque 40 fois le chiffre des animaux peuplant le point situé 10 cm en dessous de la limite de l'eau. Une semblable diffé-

rence (un accroissement de 30 fois) nous montre la table 25, qui représente une série où le nombre des Rotifères sur 10 cm² de sable atteint à une distance de 30 cm de la limite de l'eau le chiffre de 3470 exemplaires. Comme ce prélèvement fut pris de la surface de la plage jusqu'à une profondeur de 1/2 cm, il faut rapporter le chiffre cité à 5 cm³ de sable humide. Si mainte-

T A B. 24.

Nombre des Rotifères par 10 cm² de la surface d'une plage.

Wysocki Węgieł, le 8.VI.32.

Rotifères	Sable sub- mergé: 10 cm au-dessous de la limite de l'eau	Distance de la limite de l'eau		
		10 cm	150	270
<i>Cephalodella megaloccephala</i>	1	—	—	—
<i>Rotaria tardigrada</i>	1	—	—	—
<i>Diurella taurocephala</i>	1	—	20	—
<i>Lecane levistyla</i>	3	470	350	270
<i>Lepadella patella</i>	6	440	500	160
<i>Elosa spinifera</i>	1	50	130	90
<i>Monostyla psammophila</i>	1	40	90	40
<i>Cephalodella auriculata</i>	12	50	150	10
<i>Cephalodella gibba</i>	1	10	10	160
<i>Wierzejskiella velox</i>	1	30	—	—
<i>Wierzejskiella sabulosa</i>	—	—	120	—
<i>Cephalodella catellina</i>	—	10	20	—
<i>Adineta gracilis</i>	—	30	10	—
<i>Diurella pygocera</i>	—	—	10	—
Nombre total	28	1130	1410	730

nant nous considérons, que dans cet espace c'est l'eau qui forme le véritable milieu de la vie, l'eau, qui constitue seulement environ 45% du volume total et si maintenant nous calculons le chiffre obtenu par rapport à un litre d'eau, nous obtiendrons un chiffre tout à fait insolite, montant à 1.550.000 individus, représentés seulement par des Rotifères, sans compter d'autres

microorganismes. Dans ce prélèvement, qui n'est point exceptionnel, la densité de la population des Rotifères dépasse, à ce qu'il semble, tous les autres milieux, habités par ces animaux. Il sera intéressant de citer ici p. ex., que AHLSTROM (1934) donne le nombre de 4.619.000 d'exemplaires des Rotifères par m³ (c'est-à-dire à peine 4.619 par litre), comme un maximum d'abondance, qu'il a observé dans les bassins d'eau examinés.

T A B. 25.
Nombre des Rotifères par 10 cm² de la surface d'une plage.
Stacyjna, le 3.VIII.31.

Rotifères	Sable submergé: 15 cm au-dessous de la limite de l'eau	Sable exondé 30 cm au-dessus de la limite de l'eau
<i>Monostyla psammophila</i>	82	2630
<i>Cephalodella auriculata</i>	8	140
<i>Elosa spinifera</i>	—	20
<i>Diurella taurocephala</i>	10	80
<i>Philodina roseola</i>	2	10
<i>Dicranophorus hercules capuc.</i>	6	80
<i>Lecane clara</i>	—	510
<i>Keratella cochlearis</i>	4	—
Nombre total	112	3470

L'immense richesse de la vie des Rotifères dans l'hygro-sammon frappera d'autant plus notre attention, si nous rappelons les conditions physico-chimiques tout à fait particulières qui règnent dans cette zone: une extrême loticité, causée par l'influence des vagues, des conditions d'espace toutes spéciales, une concentration des composants minéraux de l'eau plus grande que dans le lac, souvent de grandes quantités de fer, contenues dans l'eau, enfin de petites quantités d'oxygène dissout, en rapport avec une grande oxydabilité de l'eau—tout cela semble constituer des conditions peu favorables. Toutefois, comme on le voit, ce ne sont que des apparences. Egalement

les hautes températures qui règnent à la surface du sable pendant l'insolation, ne nuisent pas au développement des Rotifères: p. ex. la température de la surface du sable au moment et à l'endroit, d'où fut pris le prélèvement de la tab. 25, comptait 35.5°, c'était la température la plus élevée qui fut observée; néanmoins elle n'empêcha pas une apparition des Rotifères en masse. Également le fort astatisme thermique de la zone de l'hygropsammon est très bien supportée par les organismes qui l'habitent.

Les Algues se trouvent dans l'hygropsammon en petit nombre et en principe elles n'y forment jamais de floraisons.

L'eupsammon constitue un ensemble caractéristique pour les stréfes [extrêmes de la plage, les plus éloignées de l'eau. Il se développe d'une manière typique seulement pendant les mois estivaux, et sur les plages assez larges. En outre, il manque ou joue un rôle secondaire sur les plages fortement souillées (Dejciowa). Les auteurs russes apportèrent une attention particulière à l'étude de cette zone du sable, en négligeant la zone plus proche de l'eau. Ils considéraient cette dernière zone comme intermédiaire (Übergangstufe) entre les conditions de la vie aquatique et celles de la vie psammique. De cette manière le „psammon” des auteurs russes correspond plutôt, à mon avis, à la définition de „l'eupsammon”, pendant que la première conception subit en même temps un certain élargissement.

Dans la région d'eupsammon les conditions physico-chimiques ressemblent en principe à celles qui caractérisent la stréfe déjà étudiée: la différence essentielle consiste en une moindre quantité d'eau, qui demeure ici en principe à l'état funiculaire. A la surface de la plage apparaît souvent une petite couche de sable sec, plus ou moins épaisse. En outre, il ne faut pas oublier, que les vagues n'atteignent pas en principe, cette zone qui est, en conséquence, peu lotique. Une autre caractéristique importante de l'eupsammon, c'est un grand développement des Algues, qui forment une floraison typique, apparaissant sous l'aspect d'une couche de sable souvent colorée d'un vert intense, et appelée par les auteurs russes „l'horizon vert”. Dans la zone plus proche de l'eau (mais déjà au-delà de la zone de l'hygropsammon) une légère couche verte apparaît presque à la

surface de la plage, en lui donnant une couleur verte tendre qui devient plus intense à mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau. Ensuite, „l'horizon vert” pénètre dans le sable, souvent jusqu'à une profondeur de quelques cm sous la surface de plage.

La limite entre la zone d'hygropsammon et celle d'eupsammon est naturellement très graduée est variable, en dépendant d'un grand nombre de facteurs, et surtout de la force des vagues (comp. p. 186); si sur la plage vient à se former un ressaut, qui marque la portée des vagues pendant la période précédente, il constitue aussi une brusque limite de deux strêfes en question (comp. p. 187 et p. 199).

Quant aux Rotifères, ici apparaissent les mêmes espèces que nous avons vues dans l'hygropsammon, mais en général, à mesure que l'intensité de la couleur verte du sable augmente, le nombre des Rotifères diminue sensiblement, ce que nous montrent les tables I, III, IV, V. Sur un cap du lac Hańcza, à une distance de 8 m de la limite de l'eau apparaissaient déjà seulement des espèces peu nombreuses dont la quantité n'était généralement plus marquée que par „rr”. Le même phénomène avait lieu à Wysoki Węgiel à une distance de 3 m de la limite de l'eau.

En principe, toutes les espèces de Rotifères qui atteignent un plus grand nombre dans l'hygropsammon, se rencontrent aussi dans des quantités plus ou moins grandes dans l'eupsammon. Les espèces psammoxènes y sont encore plus rares; d'autres espèces aussi atteignent rarement le nombre „cc”. L'espèce *Lecane clara* présente une exception digne d'attention, car elle montre une préférence nettement marquée pour l'eupsammon, où elle atteint le degré „ccc”, pendant que dans l'hygropsammon elle est moins nombreuse et que dans l'hydropsammon elle n'apparaît que fortuitement. En outre, les espèces: *Cephalodella gracilis*, *Lindia janickii* et *Cephalodella compacta* montrent aussi une certaine préférence pour l'eupsammon. Les deux premières espèces apparaissent aussi, bien qu'en un nombre plus restreint, dans l'hygropsammon; la dernière espèce fut trouvée uniquement dans l'eupsammon.

En résumant, on peut brièvement caractériser la répartition horizontale des Rotifères sur les plages de la manière suivante:

Les Rotifères peuplent tout le psammolittoral lacustre, en commençant par les sables inondés jusqu'aux extrêmes zones des plages inclusivement (le maximum que j'ai observé mesurait 8 m). Le vrai centre de leur développement le plus abondant, c'est la zone de l'hygropsammon, c'est-à-dire la partie de la plage émergée située immédiatement au-dessus de la limite de l'eau, relativement peu envahie par les Algues, qui, en principe, n'y forment pas de floraisons. Dans cette strêfe apparaît le gros des espèces psammobiotiques et psammophiles. Les Rotifères des sables inondés sont bien moins nombreux, toutefois ils pénètrent assez profondément là, où les beines de sable pur inondé le permettent. Le maximum de profondeur qu'il m'a été donné de constater dans la rivière Bug comptait 180 cm. Également dans la zone émergée le nombre des Rotifères diminue à mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau et à mesure qu'apparaît une floraison plus intense des Algues. Je n'ai pu directement préciser les limites centrifuges de l'apparition des Rotifères; les auteurs russes les trouvaient encore à une distance de 24 m de la limite de l'eau. Les relations concernant la répartition horizontale des Rotifères et des Algues sur les plages sont illustrées par le schème de la fig. 11.

Ici je reviendrai encore à la question de la „floraison du sable” en général, et en particulier à celle de „l'horizon vert”, auquel les auteurs russes attachaient une grande importance, considérant la strêfe de l'intense floraison comme un seul siège du vrai psammon. Sur les plages lacustres „l'horizon vert” joue en général un rôle plutôt secondaire: sur des plages étroites il ne se développe point, et là, où il apparaît, il ne dure que pendant la période estivale. Avant et après cette période, vu la réduction de la largeur des plages, il n'existe pas dans sa forme typique de couche verte. Cette formation n'est donc pas un phénomène nécessaire de la vie dans le sable et le psammon, surtout le zoopsammon, ne s'y rattache point directement et strictement, au contraire, il se développe même plus abondamment quand „l'horizon vert” n'est pas très intense, ou quand il manque complètement.

Il faut encore rappeler, que sur les plages marines exonnées on a constaté plusieurs fois un riche développement d'Algues (Diatomées et *Dinoflagellatae*) qui prêtaient au sable une

coloration distincte (GIARD 1904, HERDMAN 1921/24, de BEAU-CHAMP 1927).

Dans les cas typiques, sur des plages suffisamment larges nous avons affaire en été à tous les trois ensembles. Toutefois, ce n'est point indispensable: de nombreuses plages étroites ne possèdent pas de zone de l'eupsammon, il s'y développe donc

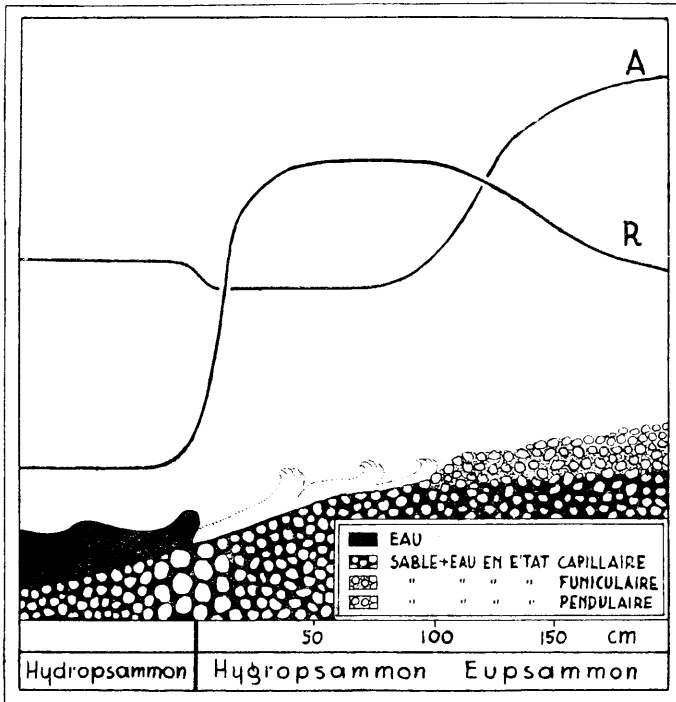


Fig. 11.—Schéma illustrant la disposition horizontale des Rotifères (R) et des Algues (A) sur une plage à diverses distances de la limite de l'eau, c'est-à-dire dans l'hydrosammon, l'hygrosammon et l'eupsammon. Comp. fig. 10, p. 222.

seulement l'hygro- et l'hydrosammon. D'autre part, souvent les sédiments calcaires et organiques du littoral s'avancent tellement vers la limite de l'eau, que la zone du sable inondé manque presque complètement; sur une telle plage se développe seulement l'hygro- et l'eupsammon, ou même seulement l'hygrosammon. Il y a aussi des endroits, (p. ex. Dermejki, habitat Nr. 30), où se forme une vaste beïne de sable inondé qui ne voisine

pas avec la plage émergée, c'est donc une zone de l'hydropsammon isolée, qui est encore mieux développée dans les rivières. Enfin, l'eupsammon peut également exister indépendamment: personnellement je n'ai pas rencontré de pareils milieux, mais les cavités comprises entre les „barchanes” et décrites par SASSUCHIN (1930, 1931) présentent justement des oasis isolés de l'eupsammon dans sa forme pure. Ce sont des renforcements de terrain entre des dunes sablonneuses, où l'eau du sol s'élève, grâce à sa capillarité, jusqu'à la surface et favorise un riche développement du phytosammon inclus parmi les grains de sable. SASSUCHIN y trouva aussi des Protozoaires peu nombreux et des Nématodes; il ne fait aucune mention des Rotifères.

6. Répartition verticale de l'hydropsammon et de l'eupsammon.

Comme l'ont déjà remarqué les auteurs russes, la vie du microsammon sur les parties émergées des plages se concentre dans les couches superficielles et sa répartition verticale est réglée avant tout par deux facteurs: l'humidité et la lumière. Dans la zone de l'hydropsammon, où le sable de la surface même est suffisamment humide, c'est sur cette surface que la vie se concentre avant tout. Quant aux Rotifères, déjà à une profondeur de $\frac{1}{2}$ cm leur nombre est ordinairement très petit, en tout cas bien plus petit que dans la couche superficielle de 0 à $\frac{1}{2}$ cm de profondeur (table VII). Cette stratification est surtout nettement marquée en été, en automne elle subit une certaine atténuation. Excepté les Rotifères, d'autres organismes semblent être un peu moins sensibles à cet égard, car p. ex. les Protozoaires ont été trouvés plus d'une fois en un nombre d'individus assez considérable („ccc”) dans une profondeur dépassant $\frac{1}{2}$ cm, où les Rotifères n'apparaissaient déjà presque plus. La même chose semble se rapporter aux Nématodes. Toutefois, sur les plages caractérisées par une grande teneur en sels ferriques, où à une certaine profondeur et souvent sous la superficie même se trouve une couche de sable gris, coloré par les sels ferriques, toute vie disparaît complètement immédiatement sous la surface.

Par rapport à l'eupsammon, les choses se présentent autrement. Là, où à la surface apparaît une mince couche de sable sec, l'eupsammon pénètre un peu plus bas, jusqu'à ce qu'il ne trouve encore assez d'humidité. Cette question fut bien étudiée par les auteurs russes.

Dans les parties plus proches de la limite de l'eau, c'est-à-dire dans la zone intermédiaire entre l'hygro- et l'eupsammon, „l'horizon vert” apparaît sous la forme d'une mince couche de couleur verte tendre, étendue presque à la surface de la plage. A mesure que nous nous éloignons de la limite de l'eau, „l'horizon vert” s'enfonce sous la surface. En même temps l'épaisseur de la couche verte augmente, et sa couleur devient de plus en plus intense. Cet état de choses se maintient jusqu'aux limites de la plage. De ci de là, le plus souvent autour des souillures, la couleur verte apparaît à la surface, formant des îlots d'un vert intense. Donc, l'eupsammon se développe avant tout non pas à la surface même de la plage, mais un peu au-dessous d'elle, à une profondeur de plusieurs millimètres à quelques centimètres.

Il est curieux de constater, qu'un riche développement des Algues se rattache à une descente de tout l'ensemble dans les profondeurs de la plage: les conditions du développement des Algues y sont sans doute plus favorables. Ici, les Algues forment une floraison du sable intense, inconnue à un pareil degré dans la zone de l'hygropsammon.

Dans la zone de l'eupsammon, les Rotifères se tiennent au niveau de l'horizon vert. Au-dessus de lui ils sont peu nombreux, ce qui est clair, vu la petite quantité d'humidité, contenue à la surface, en-dessous—la majorité des espèces n'apparaît point. Seule, l'espèce *Lecane clara* constitue une curieuse exception. Elle se développe en plus grand nombre justement dans la couche située immédiatement sous l'horizon vert et atteint souvent un nombre considérable („ccc”) dans une profondeur de 3 à 5 centimètres.

En outre, j'ai pu constater quelques fois, que les espèces: *Wierzejskiella velox*, *Bryceella tenella* et *Encentrum diglandula* étaient plus nombreuses dans la profondeur d'un à 2 cm, qu'à la surface; dans ces derniers cas ce n'était toutefois pas la règle, mais un phénomène exceptionnel.

7. Apparition des Rotifères psammiques sur diverses plages.

Nous devons les premières notions sur l'apparition des Rotifères dans le psammon à NEISWESTNOVA, qui constata (1927, 1928) sur les plages de la rivière Oka près de la ville Murom (U. d. S. S. R) la présence de 21 espèces de Rotifères. Toutefois, cette liste ne comprend pour la plupart que des espèces communes; elle ne contient aucune espèce psammobiotique. En outre, on peut supposer avec une grande vraisemblance, que certaines espèces nouvelles ou bien plus difficiles à définir y ont été présentées sous les noms des espèces apparentées, plus connues (*Lindia torulosa* = *L. janickii?*, *Arthroglena rostrata* = *Dicr. hercules capucinoïdes?*, *Elosa worrallii* = *E. spinifera?*), ou bien simplement définies comme „spec.” (*Lecane sp.* = *L. levistyla?*, *Monostyla sp.* = *M. psammophila?*, *Taphrocampa sp.* = ?). Cette liste contient des espèces qui apparaissent également sur les plages du lac Wigry, à l'exception de *Colurella adriatica* dont la présence ne fut pas constatée à Wigry. En se basant sur cette liste, on peut conclure avec une certaine restriction, qu'en principe, la composition du psammon de la rivière Oka ressemble à celle du psammon des plages du lac Wigry.

Certaines données concernant les Rotifères sablonneux d'un ensemble tout à fait particulier de l'hydrosammon marin sont dues à REMANE (1929). Il en parle dans son ouvrage sur les Rotifères dans „Tierwelt der Nord- u. Ostsee”. Les résultats de ses recherches ne furent pas encore publiés en entier et le travail en question ne contient que quelques courtes diagnostics, concernant les nouvelles espèces trouvées dans les sables de la baie de Kiel. Ce sont des espèces, qui n'ont pas été trouvées dans le lac Wigry et ce fait pourrait suggérer la supposition, que la composition du psammon marin diffère de celle du psammon lacustre.

Toutes les autres données sur l'apparition des Rotifères psammiques sont dues à mes recherches personnelles. Les matériaux les plus complets ont été fournis par le lac Wigry, qui fut étudié sous ce rapport pendant 3 ans. En outre, j'ai récolté des matériaux fauniques d'une manière plus ou moins accidentelle dans les lacs suivants du district de Suwałki: le groupe

de lacs de Wigry (excepté le lac Wigry lui-même): Staw, Białe, Dowcień, Perty, Gałęziste; d'autres lacs du district de Suwałki: Okmin, Okminek, Użewo, Jemieliste, Szelment Wielki, Hańcza; outre cela: deux lacs du Holstein: le Dieksee et le Gr. Plöner See et les plages de la rivière Bug près de la localité Fronolów.

L'apparition des espèces particulières dans les bassins nommés a été mentionnée dans mon travail de 1934c en regard de chaque espèce. La table 26 contient un rapprochement de toutes les espèces de Rotifères trouvées jusqu'à présent dans le psammolittoral des bassins d'eau de différents types.

Comme il résulte de ce rapprochement, nous possédons jusqu'à présent des données sur l'apparition des Rotifères psammiques dans des ensembles suivants:

1. Le psammon lacustre, qui est le mieux connu; les matériaux en question concernent avant tout les lacs du district de Suwałki. Ce sont des lacs d'un caractère limnologique différent.

2. Les plages des rivières exigent encore des études supplémentaires; par rapport à la faune des Rotifères, les plages de la rivière Oka furent étudiées d'une manière superficielle, celles de la rivière Bug—d'une manière fortuite.

3. Nous n'avons pas encore de données précises sur les Rotifères du psammon marin. C'est, sans doute, un ensemble particulier, qui, peut-être, nous réserve encore beaucoup de surprises.

Quant à la répartition des Rotifères psammiques dans différents types de lacs, il faut constater avant tout, qu'en principe la composition du psammon sur les plages de différents bassins d'eau est pareille: dans le pays lacustre du district de Suwałki les plages de tous les bassins d'eau en commençant par les plus oligotrophes (Hańcza, Wigry), jusqu'aux plus eutrophes (Gałęziste, Busznica), sont en principe peuplées par les mêmes espèces. Certaines d'entre elles, découvertes à Wigry, purent être dans la suite retrouvées dans les lacs de Holstein, qui, bien qu'éloignés, sont situés dans la même strêfe lacustre.

En tout cas, dans le terrain étudié, les différences fauniques entre les plages de différents bassins d'eau ne semblent pas dépasser les différences qui existent entre les diverses plages d'un même lac (comp. la page 216).

Toutefois on ne peut pas généraliser cette opinion: je dois

T A B. 26.

Données sur la distribution des Rotifères psammiques dans différentes contrées et dans divers bassins d'eau.

		Neiswiesno- va 1927, 1928	Remane 1929	Wiszniewski 1931—1933						
		U. d. S. S. R.	Alle- magne	P o l o g n e						
		Rivière Oka, près de Murom	Baie de Kiel	Plateau-aux-lacs de Suwałki			bistr. Siedlce	Allem. Holstein		
				Lac Wigry	Autres lacs du groupe de Wigry 1)	Lacs de Suwałki outre ceux du gr. de Wigry 2)	Lac Hańcza	Rivière Bug, près de Fronofów	Gr. Plöner See et Dieksee	
1	<i>Proales minima</i>	—	—	+	—	+	—	+	+	
2	" <i>quadrangularis</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
3	<i>Bryceella tenella</i>	—	—	+	+	+	+	—	+	
4	<i>Taphrocampa annulosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
5	" <i>spec.</i>	+	—	—	—	—	—	—	—	
6	<i>Cephalodella catellina</i>	+	—	+	+	+	+	+	—	
7	" <i>gibba</i>	+	—	+	+	+	+	+	—	
8	" <i>gracilis</i>	+	—	+	+	+	+	+	+	
9	" <i>forficula</i>	—	—	+	+	+	—	—	—	
10	" <i>auriculata</i>	—	—	+	+	+	—	+	+	
11	" <i>exigua</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
12	" <i>ventripes</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
13	" <i>strigosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
14	" <i>tachyphora</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
15	" <i>crassipes</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
16	" <i>megaloccephala</i>	—	—	+	+	—	+	+	—	
17	" <i>tenuior</i>	+	—	+	—	—	—	—	—	
18	" <i>eva</i>	—	—	+	+	—	—	—	—	
19	" <i>apocolea</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	
20	" <i>compacta</i>	—	—	+	—	—	+	—	—	
21	" <i>megalotrocha</i>	—	—	+	—	—	—	—	—	

	Oka	Baie de Kiel	Wigry	Groupe de Wigry	Autres lacs de Suwałki	Haneza	Bug	Holstein
22	Cephalodella remanei	-	-	+	-	-	-	-
23	Scaridium longicaudum	-	-	-	+	-	-	-
24	Monommata astia	-	-	+	+	-	+	-
25	Lindia truncata	-	-	+	-	-	-	-
26	" janickii	?	-	+	+	+	+	-
27	" gravitata	-	+	-	-	-	-	-
28	Dicranophorus forcipatus	-	-	+	-	-	-	+
29	" robustus	-	-	+	-	-	-	-
30	" edestes	-	-	+	-	-	-	-
31	" lütkeni	-	-	+	+	-	+	-
32	" leptodon	-	-	+	+	-	-	-
33	" hercules	-	-	+	-	+	-	-
34	" hercules capucinoides	?	-	+	+	+	-	+
35	Myersina tetraglena	-	-	-	+	-	-	-
36	Encentrum diglandula	-	-	+	+	+	+	-
37	" reibischi	-	+	-	-	-	-	-
38	Wierzejskiella velox	-	-	+	+	+	+	-
39	" sabulosa	-	-	+	+	-	+	+
40	Wigrella depressa	-	-	+	-	-	-	-
41	" amphora	-	+	-	-	-	-	-
42	Aspelta harringi	-	-	+	-	-	-	-
43	Synchaeta kitina	-	-	+	-	-	-	-
44	" oblonga	-	-	+	-	-	-	-
45	" tremula	-	-	+	-	-	-	-
46	Polyarthra trigla	-	-	+	-	-	-	-
47	Gastropus stylifer	-	-	+	-	-	-	-
48	Ascomorpha saltans	-	-	+	-	-	-	-
49	Diurella intermedia	-	-	+	+	+	+	+
50	" taurocephala	-	-	+	+	+	+	+
51	" pygocera	-	-	+	-	-	+	-
52	" porcellus	-	-	+	-	-	-	-
53	" tenuior	+	-	+	-	-	+	-
54	" uncinata	-	-	+	+	-	-	+
55	" dixon-nuttalli	-	-	+	-	-	-	-

		Oka	Baie de Kiel	Wigry	Groupe de Wigry	Autres lacs de Suwałki	Hańcza	Bug	Holstein
56	<i>Elosa spinifera</i>	?	-	+	+	+	+	-	-
57	<i>Keratella cochlearis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
58	<i>Notholca foliacea</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
59	" <i>acuminata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
60	" <i>striata labis</i>	-	-	+	-	-	+	-	-
61	<i>Euchlanis dilatata</i>	-	-	+	-	-	+	+	-
62	" <i>deflexa</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
63	<i>Lecane clara</i>	-	-	+	-	-	+	-	+
64	" <i>levistyla</i>	?	-	+	-	+	+	-	+
65	" <i>flexilis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
66	" <i>luna</i>	+	-	+	+	+	-	+	-
67	<i>Monostyla psammophila</i>	?	-	+	+	+	+	+	+
68	" <i>closterocerca</i>	-	-	+	+	+	+	+	+
69	" <i>lunaris</i>	+	-	+	-	+	-	+	-
70	" <i>stenroosi</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
71	" <i>scutata</i>	-	-	+	-	-	-	+	+
72	" <i>hamata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
73	" <i>gwileti</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
74	<i>Lepadella patella</i>	+	-	+	+	+	+	+	+
75	" <i>ovalis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
76	<i>Colurella adriatica</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
77	" <i>colurus</i>	+	-	+	+	+	+	+	+
78	" <i>uncinata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
79	" <i>obtusa</i>	+	-	+	+	-	-	-	-
80	" <i>gastracantha</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
81	<i>Trichotria tetractis</i>	-	-	+	+	-	+	-	-
82	<i>Philodina roseola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
83	" <i>citrina</i>	+	-	+	+	-	-	-	-
84	" <i>megalotrocha</i>	-	-	-	-	+	+	+	+
85	<i>Rotaria rotatoria</i>	+	-	+	-	+	+	-	-
86	" <i>tardigrada</i>	+	-	+	-	+	+	+	+
87	" <i>neptunia</i>	-	-	+	-	-	-	-	+
88	<i>Adineta gracilis</i>	?	-	+	+	-	+	-	-

à la grande amabilité de Mr. F. J. MYERS une information importante, qu'il a examiné la faune des Rotifères des rives sablonneuses des bassins d'eau très acides ($\text{pH} = 4.0-6.8$) aux environs de Atlantic City, New Jersey, en y trouvant—outre quelques espèces que j'ai décrites—quelques espèces nouvelles, inconnues dans le psammolittoral des lacs de Suwałki. Donc, la faune psammique des Rotifères de différents bassins dulçaquicoles peut démontrer aussi les particularités évidentes.

Déjà des marques purement morphologiques de la plage exercent une sérieuse influence sur le développement du psammon. De la largeur de la partie émergée de la plage dépend la présence de l'eupsammon typique; la différente inclinaison des plages exerce aussi une influence analogue: plus la plage est abrupte, plus la distance entre la limite de l'eau et la floraison des Algues est petite. Pendant que p. ex. sur la plupart des plages l'eupsammon apparaît à une distance d'environ 1 m de la limite de l'eau, sur la langue sablonneuse, plate et propre de Hańcza, cette distance augmente jusqu'à $3\frac{1}{2}$ m; au contraire, sur certaines plages plus abruptes (Białczańska), cette distance peut diminuer jusqu'à 50 cm.

La structure minéralogique de toutes les plages est à peu près la même. Rarement, le sable des parties émergées des plages montre une teneur plus considérable en craie lacustre (Białczańska, en été 1932), ce qui exerce une influence fâcheuse sur le développement du psammon. Sur la plage du cap Rosochaty Róg, composée de coquillages de *Dreissena*, les Rotifères n'apparaissent qu'en très petit nombre et ne sont représentés que par les espèces eurytopes (table XIII). Sur les plages composées de gros gravier (Stupiańska, lac Użewo), une faible humidité du sable dans les parties émergées des plages (p. 184) empêche une apparition plus nombreuse des espèces psammiques.

Les différences thermiques des plages ensolleillées et des plages ombragées, mentionnées plus haut (page 218), n'exercent aucune influence sur la faune des Rotifères. Par contre, le degré de la souillure des plages, qui s'exprime avant tout par le degré de l'oxydabilité de l'eau, exerce un rôle important, comme facteur, réglant la répartition des espèces particulières. Ce facteur montre une assez grande étendue des oscillations entre les différentes plages (p. 217). Ces différences correspon-

dent à de certaines différences dans la composition de la faune des Rotifères. Il suffit de comparer des exemples typiques: Wysoki Węgieł, où l'oxydabilité de l'eau au cours de l'année entière dépasse rarement 25 mg/l O₂ et Binduga (oxydabilité—15 mg/l O₂) d'une part et Dejciowa (l'oxydabilité atteint en été 48 mg/l O₂) d'autre part, pour remarquer certaines différences fauniques (tab. VIII—X, qui suivent le texte). Les observations faites sur d'autres plages montrent également, que certaines espèces préfèrent indubitablement les plages plus propres, d'autres—montrent une préférence distincte pour les plages d'une grande oxydabilité. Au premier groupe appartiennent les espèces suivantes: *Lecane levistyla*, *Wierzejskiella sabulosa*, *W. velox*, *Bryceella tenella* et *Diurella pygocera*; au second groupe—les espèces: *Lindia janickii*, *Encentrum diglandula*, *Monommata astia*, *Diurella taurocephala*, *Dicranophorus lütkeni*, *Monostyla clostercerca*, *Colurella colurus*.

Surtout les deux premières espèces du second groupe furent constatées en un nombre exceptionnellement grand sur une plage du lac Perty dont l'oxydabilité atteint 50 mg/l O₂. Cette plage contient en outre une assez grande quantité d'argile. *Lindia janickii* est également commune sur les plages de la rivière Bug près de Fronołów, qui font l'impression d'être fortement souillées.

Les différences dans l'apparition de ces espèces sont plutôt de nature quantitative: en principe, on peut les trouver sur toutes les plages, mais seulement sur certaines d'entre elles, qui leur offrent des conditions favorables, ces espèces se développent plus abondamment. Un détail mérite encore d'être indiqué, c'est que les espèces du premier groupe atteignent le maximum de leur développement en automne et apparaissent alors sur un plus grand nombre de plages que pendant l'été. Ce phénomène se rattache distinctement au processus du nettoyage des plages qui a lieu en automne et qui amène une diminution de leur oxydabilité (p. 220).

La rive sablonneuse d'un fossé situé sur une prairie au bord de la baie Dejciowa (habitat Nr. 7) occupe une place à part parmi les plages étudiées. L'ensemble qui la peuple présente un exemple de psammon propre à un petit bassin, desséchant durant l'été. En principe, la composition de la faune

des Rotifères (tab. XII) ne diffère pas de celle qui peuple n'importe quelle autre plage d'une grande oxydabilité (sur la plage en question l'oxydabilité atteignait 53.6 mg/l O₂). Seule, l'espèce *Myersina tetraglena* apparaissait exclusivement dans cet habitat et ne fut retrouvée en aucun autre endroit¹⁾.

Enfin, nous devons revenir encore une fois à la question du „potamopsammon”. Aussi bien les données des auteurs russes concernant la rivière Oka, que mes propres matériaux de la rivière Bug (tab. XIV) semblent prouver, que les sables riverains des fleuves sont habités par le même ensemble de Rotifères que les sables lacustres. Cependant il faut remarquer, que dans les rivières l'hydropsammon peut se développer bien plus abondamment. Cet ensemble qui a la faculté de pénétrer dans le sable des zones assez profondes, comme le prouvent certaines observations, faites sur la rivière Bug (p. 238), peut être particulier et intéressant. Il semble probable, que certaines espèces, peu nombreuses dans le lac Wigry, mais montrant un rapport plus étroit avec l'hydropsammon (*Wigrella depressa*, *Cephalodella remanei*, *Dicranophorus leptodon*), trouvent justement dans les rivières le milieu qui leur est favorable.

8. Cycle vital des Rotifères psammiques pendant une période annuelle.

(Comp. le chap. 7. partie III de ce travail. p. 218).

En hiver, lorsque la glace recouvre le lac, le psammon n'existe pas: plusieurs prélèvements pris dans du sable inondé par un trou fait dans la glace ne contenaient que quelques représentants isolés de Protozoaires et de Nématodes. Quand, aux débuts d'avril, les rives du lac commencent à dégeler, dans les endroits où le dégel découvre des beines de sable inondées, l'hydropsammon se réveille. Les premiers Rotifères, encore peu nombreux, qui apparaissent, sont: *Proales quadrangularis*, *Cephalodella ventripes*, *C. megalcephala*, *Synchaeta oblonga*, *Notholca striata labis*. La disparition de la glace sur toute la surface du

¹⁾ Il faut mentionner, que dans le fossé en question pH = 7.3, c'est-à-dire la réaction de l'eau est alcaline, comme en général dans tous les bassins examinés.

lac, ce qui a lieu ordinairement vers la moitié d'avril (voir la table 1, p. 172) ne constitue pas encore un moment décisif dans la vie du psammon, car, à cause d'un niveau du lac élevé durant cette période, l'eau recouvre complètement toutes les plages. Outre les espèces qui viennent d'être nommées, apparaissent maintenant: *Cephalodella auriculata*, *C. catellina*, *Elosa spinifera*, *Adineta gracilis*, *Colurella colurus* et *Monostyla closterocerca*. On les trouve d'abord en exemplaires isolés, puis à mesure que la strêfe de l'hygropsammon se dégage de dessous de l'eau, elles deviennent plus nombreuses (jusqu'à „r”). Durant cette période, le psammon des Rotifères est encore très pauvre.

Seulement au mois de mai, après que la plupart des plages est émergée et que la température augmente, on peut remarquer une animation bien marquée parmi les représentants de ce groupe. Il est vrai que les espèces *Proales quadrangularis* et *Cephalodella ventripes* disparaissent alors, mais les espèces qui restent deviennent de plus en plus nombreuses et surtout *Cephalodella catellina* atteint un maximum décisif. Au cours du mois de mai apparaissent les espèces suivantes: *Lepadella patella*, *Lecane levistyla*, *Cephalodella gibba*, *Monostyla psammophila*. Leurs représentants atteignent, vers la fin du mois, un nombre très élevé. Le développement en masse de nombreuses espèces dure pendant tout le mois de juin, au cours duquel les espèces suivantes atteignent leur maximum distinct: *Cephalodella auriculata*, *Monostyla closterocerca*, *Lepadella patella*, *Colurella colurus*, *Cephalodella gibba*, *Elosa spinifera* et *Lecane levistyla*. *Monostyla psammophila* apparaît aussi en un nombre un peu plus considérable; sur les plages pures *Wierzejskiella sabulosa* devient un peu plus nombreuse. A partir de mi-juin on peut déjà rencontrer presque toutes les espèces en exemplaires isolés. Par contre, *Cephalodella catellina* et *C. auriculata* disparaissent presque complètement. Juillet et août sont caractérisés par une baisse considérable de la population des plages. Durant ces mois, *Monostyla psammophila* et *Diurella taurocephala* apparaissent en quantité un peu plus grande, pendant que les autres espèces, qui, en juin, avaient atteint leur maximum, sont maintenant moins nombreuses. Une dépression de cette sorte semble être une marque constante dans la vie du psammon, toutefois elle est sans doute différente pendant de diverses années; ainsi,

p. ex., elle n'était pas très forte en 1931, mais très distincte en 1932, ce qui peut-être était en rapport avec la sécheresse et les chaleurs exceptionnelles de cet été.

À partir de mi-juin, sur les plages plus larges commence à se développer l'eupsammon, avec „l'horizon vert” et les espèces qui s'y rattachent: *Lecane clara*, *Cephalodella gracilis* et *Cephalodella compacta*. Cette zone de la plage, s'y distingue nettement pendant les mois estivaux et joue un rôle moins important à l'automne. Vers la moitié de septembre, ainsi que durant la première moitié d'octobre, les Rotifères psammiques montrent un second maximum. De nouveau les espèces suivantes apparaissent en un plus grand nombre d'individus: *Cephalodella auriculata*, *Lepadella patella*, *Monostyla psammophila*, *Elosa spinifera* et *Lecane levistyla*. Les espèces: *Wierzejskiella sabulosa*, *W. velox* et *Bryceella tenella*, peu nombreuses jusqu'à présent, atteignent pour la première fois un développement plus considérable. Enfin, en octobre apparaissent les espèces automnales: *Cephalodella ventripes* (pour la seconde fois), *C. tachyphora*, *C. remanei* et *Wigrella depressa*. En même temps apparaissent les mâles d'un grand nombre d'espèces.

En commençant de mi-octobre, nous pouvons observer une disparition graduelle du psammon. Les espèces: *Monostyla psammophila*, *Elosa spinifera* et *Lecane levistyla* périssent lentement, l'une après l'autre, généralement après avoir produit des mâles. Vers la fin du mois périssent à leur tour *Wierzejskiella sabulosa*, *W. velox* et *Bryceella tenella*. La fin d'octobre coïncide généralement avec la fin de la vie du psammon. Ce fait est sans doute influencé par une suite de facteurs, comme p. ex. la baisse de la température, la crue automnale (fig. 1, p. 173) et en même temps une grande augmentation de la force des vents (tab. 2, p. 175). Ces deux derniers facteurs causent de plus en plus souvent une inondation des plages entières. Les gelées nocturnes, fréquentes en automne, exercent une action meurtrière. Il est vrai, que le psammon peut supporter une nuit, dont la température baisse au-dessous de 0°, mais une suite de plusieurs nuits pareilles le tue indubitablement, ce qui peut arriver parfois même avant la fin d'octobre (1931). Dans la suite, jusqu'à ce que le lac se couvre de glace, c'est-à-dire en novembre et décembre, les plages sont dépourvues de Roti-

fères, on y rencontre seulement quelques rares Nématodes, Protozoaires et Oligochètes.

Les tables VIII—X illustrent l'apparition des Rotifères durant le cycle annuel sur 3 plages: Wysoki Węgieł, Dejciowa et Binduga. La fig. 12 présente un schème de l'apparition quantitative de groupe de Rotifères psammiques, considéré comme un total et la table 27 montre l'apparition temporelle sur les plages du lac Wigry des différentes espèces plus importantes.

En général, nous pouvons distinguer quatre périodes dans le cycle vital des Rotifères psammiques. Ces périodes s'accordent avec la division que nous avons adoptée pour la vie du psammolittoral, considéré comme biotope (p. 220).

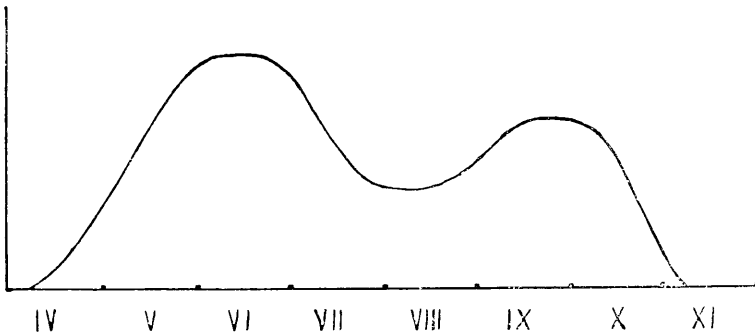


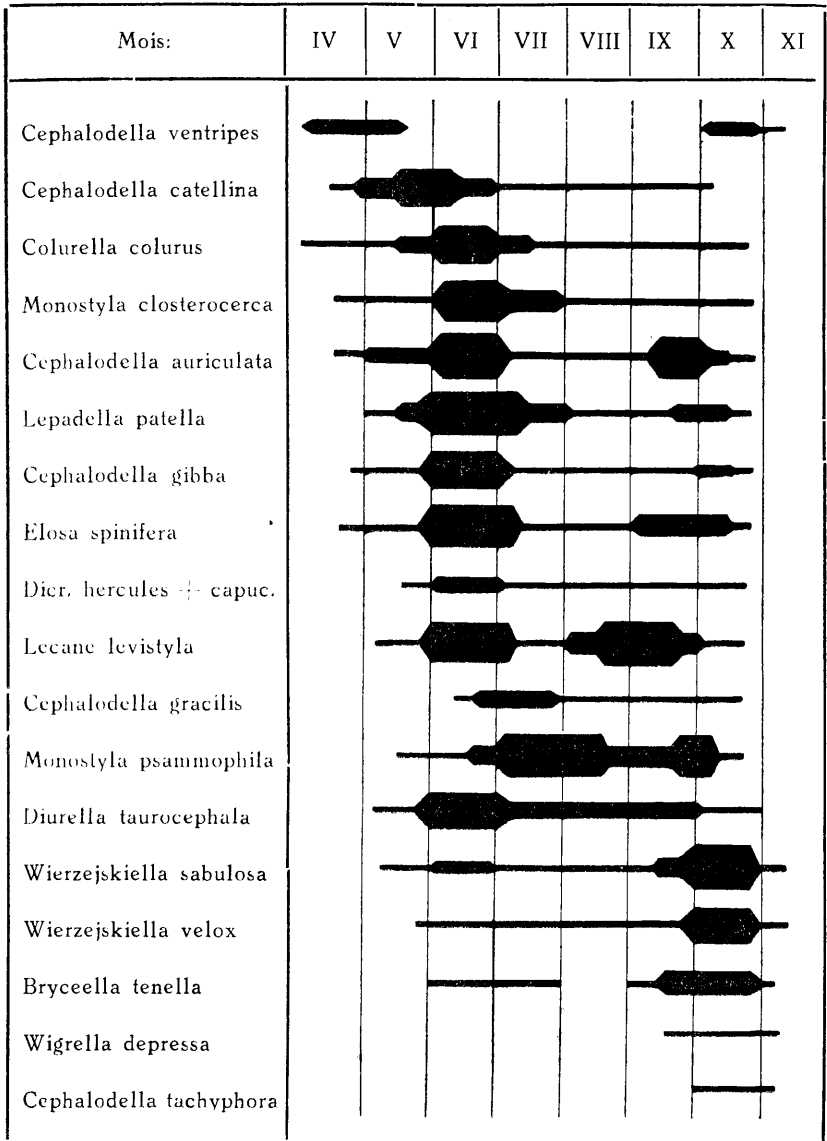
Fig. 12.—Schème illustrant l'apparition quantitative des Rotifères psammiques durant 8 mois.

1.—La période printannière depuis le dégel du lac jusqu'à la fin de mai comprend l'éveil du psammon et son développement graduel. L'hydropsammon s'éveille le premier, ensuite vient l'hygropsammon. Les Rotifères sont en général peu nombreux; les espèces psammophiles occupent la place principale. Parmi ces dernières il faut nommer avant tout *Cephalodella catellina* et *C. ventripes*. Vers la fin de cette période apparaissent les premières espèces psammobiotiques, parmi lesquelles seulement *Elosa spinifera* apparaît déjà vers la fin de mai en un nombre plus considérable.

2.—La période estivale, de juin jusqu'à la mi-septembre, se distingue dans sa première moitié (juin) par un considérable maximum quantitatif de nombreuses espèces, surtout psammophiles, comme: *Cephalodella auriculata*, *C. gibba*, *Lepadella pa-*

T A B. 27.

Table. illustrant schématiquement (sans aucune échelle définie) le mode d'apparition de quelques Rotifères psammiques sur les plages du lac Wigry, durant huit mois (avril—novembre).



tella, *Colurella colurus*, *Monostyla closterocerca*. Parmi les espèces psammobiotiques il faut nommer: *Elosa spinifera*, ensuite *Lecane levistyla*, *Monostyla psammophila* et *Diurella taurocephala*. C'est à ce moment qu'apparaît l'eupsammon. Durant la seconde moitié de l'été (juillet, août) il se produit une baisse du nombre des Rotifères dans le psammon. Seules, les espèces *Monostyla psammophila* et *Diurella taurocephala*, en partie aussi *Lecane levistyla*, se maintiennent sans changements. En rapport avec le développement de l'eupsammon, qui apparaît maintenant dans sa forme typique, l'espèce *Lecane clara* apparaît souvent en grand nombre d'individus.

3.—La période automnale comprend les mois de septembre et d'octobre. L'eupsammon joue un rôle moins important, vu la hausse automnale du niveau du lac; par contre un nouveau accroissement quantitatif des Rotifères a lieu dans l'hygro-psammon. Ce maximum est accompagné de l'apparition des mâles.

4.—La période hivernale, qui dure des premières gelées constantes jusqu'au dégel des rives du lac au printemps, se distingue par une extrême pauvreté de la faune des Rotifères, voire même par son manque complet.

La majorité des espèces de Rotifères psammiques montre durant le cycle annuel deux maximums quantitatifs: le premier en juin, pendant la transition du printemps en été, le second—automnal—en septembre et octobre. Il faut nommer comme exceptions: *Cephalodella catellina* avec un seul maximum au mois de mai, ainsi que *Wierzejskiella velox* et *Bryceella tenella*—avec un seul maximum automnal. *Wierzejskiella sabulosa* forme en juin un maximum faible, en automne un autre plus distinct. Enfin, *Diurella taurocephala* et peut-être aussi *Monostyla psammophila* sont nombreuses durant tout l'été et l'automne, sans former de maximum distinct.

Le maximum de juin, très distinct quantitativement, coïncide avec l'apparition des mâles très peu nombreux et seulement chez un petit nombre d'espèces (*Cephalodella gibba*, *Lecane clara*), pendant qu'au contraire en automne, presque toutes les espèces de Rotifères, qui sont plus nombreuses en ce temps, produisent des mâles, souvent en nombreux exemplaires. Comme exceptions il faut citer *Wierzejskiella sabulosa* et *Elosa spinifera* dont les

mâles ne furent point trouvés. Ailleurs j'ai déjà donné la description des mâles trouvés (WISZNIEWSKI 1934 b). Dans ce travail j'ai aussi tâché d'analyser le phénomène de l'apparition des mâles d'un grand nombre d'espèces pendant une même période. Pour le moment, je ne veux plus revenir à ces questions, je ferai seulement remarquer, que les conclusions que je formule dans le travail cité deviendront plus compréhensibles, lorsqu'elles seront considérées avec l'ensemble du biotope qui vient d'être décrit dans l'ouvrage présent, ainsi qu'avec le cycle du développement annuel des Rotifères. Je tiens à souligner, que j'ai exagéré dans le travail pré-cité le rôle que joue la diminution de nombre des Algues dans la question de la „crise sexuelle” des Rotifères psammiques en automne; cette diminution n'est pas probablement si considérable que je croyais. D'autre part, j'insiste encore une fois sur l'importance que peuvent avoir sous ce rapport les changements coïncidents et durables de plusieurs facteurs écologiques, changements qui s'opèrent durant la période automnale. Donc, il faut encore une fois considérer une baisse générale et constante de la température, une diminution de la concentration des électrolytes dans l'eau saturant les plages etc.

Enfin, en terminant, il faut faire une certaine restriction: le cycle vital des Rotifères psammiques qui vient d'être décrit se répétait dans le lac Wigry avec une régularité assez grande au cours de trois ans. Toutefois, il n'est pas dit, que dans d'autres bassins d'eau ou peut-être même dans le lac Wigry en d'autres années le cours des cycles vitaux des Rotifères montrera certaines différences.

9. Remarques sur l'importance écologique de certains facteurs physico-chimiques du psammolittoral.

L'influence de certains facteurs physico-chimiques sur la vie du psammon fut déjà mentionnée à l'occasion dans les chapitres précédents. Pour compléter l'ensemble, je ferai encore quelques remarques.

Il faut insister avant tout sur le rôle prépondérant que

jouent dans la vie du psammon les oscillations du niveau de l'eau dans le lac, en rapport avec le fait, que la partie émergée de la plage constitue le milieu, où la vie se développe le plus abondamment. Donc, les oscillations du niveau, qui règlent la largeur des plages émergées, influencent par cela même la possibilité du développement du psammon. En 1932 on pouvait observer l'influence de ce facteur dans le lac Wigry: une brusque crue, survenue vers la moitié d'août causa un appauvrissement de la faune des Rotifères sur toutes les plages plus étroites. Il suffit de comparer p. ex. les prélèvements pris à Binduga le 4 et le 13 août (tab. X).

Parmi les facteurs météorologiques, ce sont surtout les vents qui jouent un rôle important. L'influence des vagues sur la formation des plages a déjà été décrite (p. 174). C'est une influence plutôt destructive et en effet, après une période de fortes vagues on peut constater une certaine baisse quantitative des Rotifères dans l'hygropsammon. Toutefois, il convient de rappeler ici, que la période des maximums automnaux tombe vers la fin de septembre et en octobre, c'est-à-dire dans un temps, où le nombre des jours sans vents est limité (tab. 2, p. 175). Au contraire, le mois de juillet de l'année 1932, exceptionnellement calme, ne se distinguait point par un développement excessif du zoopsammon. Donc, le mouvement des vagues a aussi son importance positive, en ce qu'il renouvelle sur la plage émergée la provision d'eau et fournit de nouvelles quantités d'oxygène. Il est vrai, que dans la zone mouillée au moment donnée par les vagues, la vie est ordinairement pauvre, mais immédiatement en dehors de la zone du déferlement elle se développe très abondamment, en plus, il suffit que l'eau redevienne calme, pour qu'immédiatement au-dessus de sa limite, à l'endroit où avant peu jouait le remous des vagues, apparaisse un riche psammon. La richesse quantitative de l'hygropsammon, qui habite précisément les zones les plus lotiques, souvent arrosées par les vagues et qui malgré cela—et peut-être même justement à cause de cela—se développe quantitativement mieux que l'eupsammon, ordinairement inaccessible aux vagues—prouve également, que le mouvement des vagues possède pour la vie du zoopsammon une certaine importance positive. Il semble donc, qu'aussi bien les périodes d'un mouvement constant de

l'eau et des vagues trop violentes ainsi que celles d'une accalmie prolongée, surtout accompagnée de la sécheresse, exercent une influence fâcheuse sur le développement du psammon.

La thermique si particulière des parties émergées des plages (voir le chap. 5 de la III-me partie) nous fait admirer les grandes capacités d'adaptation du psammon, ainsi que l'énorme — par rapport aux organismes aquatiques — eurythermie de ses composants. Les grandes amplitudes journalières des oscillations de la température et les hautes températures de l'insolation n'empêchent pas les Rotifères, ainsi que les autres microorganismes, de se développer dans ce milieu d'une manière imposante.

Il faut également faire remarquer, que ni la grande concentration des électrolytes (dureté de l'eau, Fe^{+++}), ni l'oxydabilité considérable de l'eau, ni, enfin, les petites quantités d'oxygène dissout dans l'eau, n'entravent pas le développement du psammon en général et des Rotifères psammiques en particulier.

En finissant, il faut encore considérer les conditions de la nutrition du zoopsammon. Cette question se présente d'une manière tout à fait simple, grâce à la présence dans la biocénose en question de nombreuses Algues autotrophes, qui trouvent ici de bonnes conditions de développement en vue des grandes quantités de matériaux organiques, dissouts dans l'eau des plages. Le sable humide paraît stérile, mais en réalité il peut devenir le milieu d'un ensemble, qui se suffit parfaitement à lui-même. L'existence du zoopsammon se rattache avant tout à celle des Algues; en outre, il y a des espèces des Rotifères imminemment carnivores (*Dicranophorus*), qui dévorent des spécimens plus petits du même groupe.

V. Remarques générales; résumé des résultats.

En se basant sur les matériaux qui viennent d'être traités, on peut formuler les conclusions et les remarques suivantes, qui constituent en même temps le résumé des résultats.

1.—L'opinion sur la pauvreté de la vie dans un milieu sablonneux des bassins d'eau, si répandue dans la littérature hydrobiologique, ne peut être adaptée avec quelque raison que

seulement à la zone du sable inondé, où en effet la vie des microorganismes est relativement pauvre. Par contre, les parties des plages exondées sont l'asile d'une vie de microorganismes riche et toute particulière; cela concerne aussi bien les rivages des lacs, que ceux des rivières et peut-être même des mers.

2.—La zone littorale d'un bassin aquatique, qui possède comme substratum un fond sablonneux constitue avec la plage sablonneuse exondée, qui lui est voisine, un certain ensemble, caractérisé par des conditions vitales particulières, causées par la présence du sable, ainsi qu'une biocénose de microorganismes qui se rattache à ce substratum. Cette zone mérite d'être isolée sous un nom spécial de „psammolittoral” (WISZNIEWSKI 1934a). Ce terme désigne ces parties de „l'eulittoral”, de même que les stréfes extrêmes du littoral (NAUMANN, 1928 et LENZ, 1928), où le substratum sablonneux joue un rôle dominant.

3.—Le psammolittoral, considéré comme biotope, peut être divisé en deux parties bien distinctes: la zone des sables inondés et la plage proprement dite, composée de sables humides exondés. Cette dernière zone se caractérise par des conditions écologiques tout à fait particulières. Elle se compose de deux phases: de sable et d'eau, qui se trouve être enfermée parmi les grains du premier. Sur les plages lacustres cette eau provient du lac, mais déjà dans la distance de peu de cm de la limite de l'eau elle se distingue par sa composition chimique de l'eau du bassin voisin. Comme marques caractéristiques de l'eau des parties émergées de la plage il faut nommer: une grande concentration des électrolytes (dureté, Fe^{+++} etc.), de grandes capacités reductrices (oxydabilité), ainsi qu'une petite quantité d'oxygène dissout. La thermique de cette zone est caractérisée par de hautes températures de l'insolation ainsi que par d'énormes amplitudes d'oscillations journalières.

4.—L'ensemble des microorganismes aquatiques du psammolittoral constitue une biocénose particulière, que nous définissons par le terme de „psammon” ou „micropsammon” à la suite de SASSUCHIN, KABANOV et NEISWESTNOVA (1927).

5.—Dans les limites de cette biocénose on peut encore distinguer trois formations plus détaillées (WISZNIEWSKI 1934a), qu'on trouve sur les rives des lacs et probablement d'autres bassins d'eau:

a) „L'hydrosammon” qui embrasse l'ensemble des microorganismes liés à un substratum sablonneux, constamment inondé. Il est caractérisé par la pauvreté de sa faune aussi bien par rapport à la quantité des espèces qu'au nombre des individus. Les floraisons des Algues y sont très rares et ne jouent jamais de rôle plus important.

b) „L'hygro sammon” embrasse un ensemble de microorganismes qui se rattachent à la surface des plages émergées, dans la zone qui s'étend de la limite de l'eau à 1 m environ de distance. Cette zone („zone de l'hygro sammon”) est souvent arrosée par les vagues; elle est en même temps la plus lotique. A sa surface, même pendant les journées de grandes chaleurs, l'eau demeure à l'état capillaire et les couches superficielles du sable sont constamment humides. En principe, les Algues n'y forment jamais de floraisons distinctes. La vie animale y est très riche, bien plus riche que dans l'hydrosammon; les Rotifères y atteignent le maximum de leur développement. La majorité des espèces psammobiotiques se rattache à cet ensemble.

c) „L'eup sammon” contient des microorganismes vivant dans les parties extrêmes de la plage, en commençant de la distance d'environ 1 m de la limite de l'eau. „La zone de l'eup sammon” est inondée seulement pendant un niveau élevé du lac; à part cela les vagues, en principe, ne l'atteignent pas. Dans les couches superficielles l'eau demeure à l'état funiculaire; à la surface apparaît souvent une couche de sable sec. Sous cette couche les floraisons des Algues forment à l'ordinaire un „horizon vert” d'une couleur intense. La vie des Rotifères s'y appauvrit: seulement une petite quantité d'espèces apparaît ici en nombre plus considérable.

6.—La vie dans les sables humides présente des conditions tout à fait particulières. A ces conditions se rattache une biocénose également bien particulière. Le vrai centre du développement de ses composants animaux c'est la zone de l'hygro sammon, qui ne peut sous aucun rapport être considérée comme un milieu intermédiaire entre la vie aquatique et la „vie sablonneuse à proprement parler”.

7.—Jusqu'à présent on a acquis des connaissances plus détaillées sur deux groupes animaux peuplant le milieu en question. D'après les données de SASSUCHIN (1926, 1927, 1930, 1931),

parmi les Protozoaires il n'y a pas d'espèces plus étroitement liées à ce milieu. Au contraire, parmi les Rotifères, nous pouvons constater la présence de nombreuses espèces psammobiotiques et psammophiles. Sur le nombre total de 82 espèces, trouvées dans le psammolittoral du lac Wigry, 16 peuvent être comptées parmi les espèces psammobiotiques, 21—parmi les psammophiles et 45 parmi les psammoxènes. D'autres groupes animaux attendent encore une analyse plus approfondie. Je rappellerai ici les dernières découvertes de WILSON (1932), qui trouva en Amérique une faune de Copépodes sablonneux tout à fait particulière. La présence de nombreuses espèces psammobiotiques marines parmi les *Rhabdoceola*¹⁾ et les *Gastrotricha* indique la possibilité d'adaptation étroite à la vie psammique également dans d'autres groupes animaux. Il est donc possible, que la découverte parmi eux d'espèces psammobiotiques des eaux douces s'accomplira tôt ou tard.

8.—Le micropsammon se compose avant tout d'organismes par excellence aquatiques. Ces organismes possèdent en général des capacités anabiotiques limitées. De petites quantités d'eau, contenues parmi les grains de sable, rendent possible l'existence de ces organismes. L'étude du psammon est donc une question purement hydrobiologique. Grâce à la biocénose d'organismes aquatiques qui peuple ses parties émergées, le psammolittoral élargit les limites du lac sur les zones en apparence dépourvues d'eau et qui, par rapport à leur topographie, appartiennent plutôt à la terre ferme (voir THIENEMANN 1925, p. 132).

9.—La faune des Rotifères psammiques présente un ensemble particulier, indépendant de la composition de la faune des Rotifères du bassin avoisinant. La composition spécifique de cet ensemble montre une certaine ressemblance à l'ensemble des Rotifères sphagnophiles, qui d'ailleurs vivent dans des conditions écologiques semblables sous certains rapports.

10.—Du point de vue du système des Rotifères, on a trouvé

1) Mon collègue, M. le Dr. M. Gieysztor, en examinant superficiellement plusieurs de mes prélèvements des rives du lac Wigry, constata parmi de nombreuses espèces de *Rhabdoceola* qui s'y trouvaient deux espèces probablement nouvelles (*Castrada* sp. et *Dalyellia* sp.). Ce seraient donc peut être des représentants de *Rhabdoceola* psammobiotiques dulçaquicoles.

dans les sables étudiés un total de 82 espèces dont 13 espèces et 1 variété se trouvèrent être inconnues jusqu'à présent. Certaines espèces ont été séparées en trois nouveaux genres. Parmi les 14 espèces de mâles trouvés dans les sables, 11 n'étaient point connues jusqu'à présent.

11.—Les Rotifères psammiques présentent un cours caractéristique de leurs cycles vitaux. Le maximum quantitatif estival ne se rattache pas en général à une apparition nettement marquée des mâles, pendant que durant le maximum automnal presque toutes les espèces, qui apparaissent en plus grand nombre d'individus, produisent des mâles.

12.—Les conclusions tirées dans ce travail, se basent sur une étude détaillée d'un seul groupe animal—les Rotifères—avec une considération particulière de l'influence et des changements de facteurs écologiques, ainsi qu'une considération tout à fait superficielle de l'apparition des Algues (prises en entier, sans en analyser les relations systématiques). La confirmation de ces résultats, basée sur une étude plus approfondie d'autres groupes animaux et végétaux, semble être très désirable pour compléter et mettre en relief dans tous ses détails une image, à peine esquissée, de l'intéressante biocénose psammique. Des études suivies, faites sur des plages appartenant à différents types de bassins d'eau (rivières, mers, bassins d'eau saumâtre, divers types de lacs) sont également importantes et nécessaires.

Station Hydrobiologique de Wigry.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.*)

1. Ahlstrom E. H., 1934. A Quantitative Study of *Rotatoria* in Terwilliger's Pond, Put-in-Bay, Ohio. Ohio Biolog. Survey. vol., VI. Nr. 1, Bull. 30 (1933). Columbus.—2. Alm G., 1926. Notizen über Uferwassertemperaturen der Seen im Frühling. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XVII.—3. Beauchamp P. de, 1927. Rhabdocoeles des sables à Diatomées d'Arcachon. Bull. Soc. Zool.

*) Les travaux, marqués d'un astérisque * ne m'étaient pas accessibles dans leur texte authentique.

- France. Vol. LII. Paris.—4. Behning A., 1924. Einige Ergebnisse qualitativer und quantitativer Untersuchungen der Bodenfauna der Wolga. Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnologie Bd. II.—5. Borner L., 1922. Die Bodenfauna des St. Moritzer-Sees. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XIII.—6. Bruce J. R., 1928. Physical factors on the Sandy Beach. Part I. Tidal. Climatic and Edaphic. Part II. Chemical changes. Carbon dioxide concentration and Sulphides. Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XV. Plymouth.—7. Demel K., 1923. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego. Prace Inst. im. Nenckiego Nr. 29. Warszawa.—8. Demel K., 1924. Nad Wigrami. Szkice naturalisty. Przyrodnik. Rok I. zesz. I—III. Cieszyn.—9. Forel F. A., 1901. Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie. Stuttgart.—10. Francé R. H., 1913. Das Edaphon. Arb. Biol. Inst. München Nr. 2.—11. Geiger R., 1927. Das Klima der bodennahen Luftschicht. Die Wissenschaft. Bd. 78. Braunschweig.—12. Gajl K., 1924. Über zwei faunistische Typen aus der Umgebung von Warschau auf Grund von Untersuchungen an *Phyllozoa* und *Copepoda* (excl. *Harpacticidae*). Bull. Acad. Pol. Sc. Lett. Cracovie.—13. Giard A., 1904. Sur une faunule caractéristique des sables à Diatomées d'Ambleteuse (Pas-de-Calais). C. R. des séances Soc. Biol. Vol. LVI.—14. Gieysztor M., 1934. Limnologische Untersuchungen an einigen Kleingewässern. Archiwum Hydrobiol. Ryb. VIII. Suwałki.—15. Halbfass W., 1923. Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde. Jena.—16. Harnisch O., 1929. Die Biologie der Moore. Die Binnengewässer Bd. VII. Stuttgart.—17. Harring H. K. & Myers F. J., 1922—1928. The Rotifer Fauna of Wisconsin I—IV. Trans. Wisc. Acad. Sc. Arts. Lett. Vol. 20—23. Madison.—18. Herdman E. C., 1921—24. Notes on Dinoflagellates and other organisms causing discolouration of the sand at Port-Erin. I—IV. Trans. Liverpool Biol. Soc. XXXV, XXXVI, XXXVIII.—19. Kabanov N. M., 1927. v. Sassuchin. Kabanov & Neizwestnova, 1927.—20. Kabanov N. M., Neizwestnova K. S. & Sassuchin D. N., 1928. Über die Sickerquellen der alluvialen Flussufer der Oka. Russ. Hydrobiol. Zeitschr. VII. Saratow.—21. Kann E., 1933. Zur Ökologie des litoralen Algenaufwuchses im Lunzer Untersee. Internat. Revue Hydrobiol. Hydrograph. Bd. 28.—22. Klut H., 1922. Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. IV Aufl. Berlin.—23. Kofoid C. A. & Swezy O., 1921*. The free-living unamored *Dinoflagellata*. Mem. Univ. California. Vol. V.—24. Koźmiński Z., 1932. O stosunkach tlenowych w jeziorze Hańcza na Suwalszczyźnie. Arch. Hydrobiol. Ryb. T. VI. Suwałki.—25. Lenz F., 1928. Zur Terminologie der limnischen Zonation. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XIX.—26. Lityński A., 1925. Próba klasyfikacji biologicznej jezior Suwalszczyzny na zasadzie składu zooplanktonu. Spraw. Stacji Hydrobiol. na Wigrach. T. I. zesz. 4.—27. Lityński A., 1926. Studja limnologiczne na Wigrach. I. Część limnograficzna. Arch. Hydrobiol. Ryb. T. I. Nr. 1/2. Suwałki.—28. Lundbeck J., 1926. Die Bodentierwelt Norddeutscher Seen. Arch. f. Hydrobiol. Suppl.-Bd. VII.—29. Lundbeck J., 1927. Ein Uferhaken im Grossen Plöner See. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XVIII.—30. Meixner J., 1925. Beitrag zur Morphologie und zum System der *Turbellaria Rhabdocoela*. I. Die *Kalyptorhynchia*. Zool. Anzeiger Bd. LX.—31. Meixner J., 1928. Aberrante *Kalyptorhynchia* (*Turbellaria Rhabdocoela*) aus dem Sande der Kieler Bucht (I). Zool. Anzei

ger Bd. 77.—32. Mitscherlich E. A., 1923. Bodenkunde für Land- und Forstwirte. IV Aufl. Berlin.—33. Moszyński A., 1930. Répartition quantitative des *Enchytraeidae* dans différents milieux. Annal. Musei Zool. Pol. T. IX. Warszawa.—34. Naumann E., 1928. Die eulimische Zonation. Einige terminologische Bemerkungen. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XIX.—35. Pashitnova Z. A., 1929. Materialien zur Erforschung der Mikrofauna der Reisfelder und die Biologie der *Anopheles*-Larve auf den Reisfeldern. Acta Univ. Asiae Mediae. Ser. VIII-a Zool. Fasc. 10. Taschkent.—36. Peus F., 1932. Die Tierwelt der Moore. Handb. d. Moorkunde. Bd. 3. Berlin.—37. Pietkiewicz S., 1928. Pojezierze Suwalszczyzny Zachodniej. Przegląd Geograf. T. 8. Warszawa.—38. Remane A., 1926. *Protodrilidae* aus Nord- und Ostsee. Zool. Anzeiger Bd. LVII.—39. Remane A., 1926. Morphologie und Verwandtschaftsbeziehungen der aberranten Gastrotrichen. I. Zeitschr. Morph. Ökol. d. Tiere. Bd. 5.—40. Remane A., 1927. Neue *Gastrotricha Macrodasyoidea*. Zool. Jahrbüch. Abt. Syst. Bd. 54. Jena.—41. Remane A., 1927a. *Halammohydra*, ein eigenartiges Hydrozoon der Nord- und Ostsee. Zeitschr. Morph. Ökol. d. Tiere. Bd. 7.—42. Remane A., 1929. *Rotatoria*. Tierwelt d. Nord- u. Ostsee. Teil VII. e. Lief. XVI. Leipzig.—43. Rühle E., 1932. Jezioro Hańcza na Suwalszczyźnie. Wiad. Służby Geogr. Nr. 4. Warszawa.—44. Sassuchin D., 1926. Zur Frage der Bodenprotozoen. (Russe). Archives Russes Protistologie. T. V. Moscou.—45. Sassuchin D. N., 1930. Materialien zur Frage über die Organismen des Flugsandes in den Kirgisensteppen. Hydrobiol. Zeitschr. USSR. T. IX. Nr. 4/6. Saratow.—46. Sassuchin D. N., 1931. Lebensbedingungen der Mikrofauna in Sandanschwemmungen der Flüsse und im Tribsand der Wüsten. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XXII.—47. Sassuchin D. N., Kabanov N. M. & Neiswestnova K. S., 1927. Über die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt der Sandfläche des Okaufers bei Murom. Russ. Hydrobiol. Zeitschr. T. VI. Saratow. (Russe avec un résumé allem.).—48. Skadowsky S. N., 1926. Über die aktuelle Reaktion der Süßwasserbecken und ihre biologische Bedeutung. Verh. Int. Ver. theor. angew. Limnol. Bd. III.—49. Spandl H., 1926. Die Tierwelt vorübergehender Gewässer Mitteleuropas. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XVI.—50. Thienemann A., 1925. Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer. Bd. I. Stuttgart.—51. Thienemann A., 1932. Schwankungen des Grundwasserstandes in Norddeutschland während der letzten Jahrzehnte. Archiv f. Hydrobiol. Bd. XXIV.—52. Thienemann A., 1933. Vorfrühling am Seeufer. Natur und Museum. H. 6. Frankfurt a. M.—53. Versluys J., 1917*. Intern. Mitt. f. Bodenkunde. Bd. VII, p. 117—140.—54. Weimann R., 1933. Hydrobiologische und hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. Beihefte zum Botan. Centralblatt. Bd. 51. Abt. II. Dresden.—55. Weresčagin G. J., Aničkova N. J. & Forsch T. B., 1931. Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis. Archiv für Hydrobiol. XXIII. Stuttgart.—56. Wesenberg-Lund, C., 1908. Mitteilungen aus dem Süßwasserlaboratorium Frederiksdal bei Lyngby. I. Die littoralen Tiergesellschaften unserer größeren Seen. Internat. Revue d. ges. Hydrograph. u. Hydrobiol. Bd. I.—57. Wesenberg-Lund C., 1912. Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und deren Bedeutung etc. Inter-

nat. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr. Bd. V.—58. Wilson Ch. B., 1932. The Copepods of the Woods Hole Region Massachusetts. Smithsonian Inst. U. S. Nat. Mus. Bull. 158. Washington.—59. Wiszniewski J., 1932. Les Rotifères des rives sablonneuses du lac Wigry. Archiwum Hydrobiol. Ryb. T. VI. Suwałki.—60. Wiszniewski J., 1933. O życiu w wilgotnych piaskach. Wszeczeńświat Nr. 1. Warszawa.—61. Wiszniewski J., 1934a. Remarques sur les conditions de la vie du psammon lacustre. Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnol. Bd. VI.—62. Wiszniewski J., 1934b. Les mâles des Rotifères psammiques. Mém. Acad. Polon. Sc. Lett. Cracovie.—63. Wiszniewski J., 1934c. Les Rotifères psammiques. Annales Musei Zool. Polonici. T. X. Nr. 19. Warszawa.—64. Woliny E.* Untersuchungen über die Wasserkapazität der Bodenarten. Forsch. a. d. Geb. d. Agrikulturphysik. Bd. 8.—65. Wołoszyńska J., 1924. Rozmieszczenie glonów osiadłych na dnie jeziora Wigierskiego. Spraw. Stacji Hydrobiol. na Wigrach T. I. Nr. 2/3. Suwałki.—66. Woronkown N. & Korsunskij D., 1910. K biologii melkich wodoemow. Trudy Gidrobiol. Stan. Glub. Oz. T. III. Moskwa.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I.

Phot. 1.—Plage Wysoki Węgieł (lac Wigry), le 12.V.32.

Phot. 2.—Cap sablonneux de Kładka (lac Wigry), le 12.V.32.

Planche II.

Phot. 3.—Plage près de Kładka, le 15.VII.34. Phot. Dr. A. Jityński.

Phot. 4.—Cap sablonneux près de Przełomka (lac Hańcza), le 30.VII.34.

Phot. Dr. T. ad. Wiszniewski.

Table des matières.

Śtreszzenie—Résumé en polonais	149
I. Avant-propos	162
II. Revue de la bibliographie concernant le sujet.	164
III. Biotope	168
1. Remarques préliminaires; terrain étudié	168
2. Morphologie du psammolittoral du lac Wigry	171
3. Deux principaux composants du psammolittoral: le sable et l'eau; leurs relations mutuelles	180
4. L'eau et sa composition chimique	188
5. La thermique du psammolittoral.	200
6. Différentes sortes de plages	216
7. Variations temporelles	218
8. Remarques générales; comparaison avec d'autres milieux	221
IV. Les Rotifères comme élément important de la biocénose de psammon	225
1. Introduction. Méthodes des recherches	225
2. Liste de Rotifères psammiques des bassins d'eau examinés	228
3. Rapport de différentes espèces envers le psammon	229
4. La faune des Rotifères psammiques comparée aux faunes d'autres milieux	233
5. Répartition horizontale de la vie sur la plage	236
6. Répartition verticale de l'hygro-psammon et de l'eupsammon.	247
7. Apparition des Rotifères psammiques sur diverses plages	249
8. Cycle vital des Rotifères psammiques pendant une période annuelle.	256
9. Remarques sur l'importance écologique de certains facteurs physico-chimiques du psammolittoral	262
V. Remarques générales; résumé des résultats	264
Index bibliographique. Explication des planches	268
Tables fauniques I—XIV (hors texte).	

MARJAN STANGENBERG

PSAMMOLITORAL, EIN EXTREM EUTROPHES WASSERMEDIUM

Seitdem die Arbeiten von SASSUCHIN, KABANOV und NEISVESTNOVA (1927) und später diejenigen von WISZNIEWSKI (1934) auf den feuchten Sand der Seenufer, als auf ein Lebensmilieu vieler Wassermikroorganismen, hingewiesen haben, musste auch die chemische Zusammensetzung des Wassers, welches den Sand des Strandes durchdringt, ein besonderes Interesse erwecken. Bereits in der ersten der zitierten Abhandlungen wurden die Versuchsergebnisse einer chemischen Analyse dieses Wassers dargestellt; dieser Versuch konnte jedoch aus methodischen Gründen keine deutliche Ergebnisse liefern. Die Analysenergebnisse, die von WISZNIEWSKI (l. c.) angegeben wurden, liessen diese Verhältnisse etwas näher kennen lernen; es hat sich nämlich gezeigt, dass das den Sand des aufgetauchten Teiles des Psammolitorals durchdringende Wasser vom Wasser des anliegenden Sees sich in chemischer Hinsicht sehr stark unterscheidet, und dass auch der Strand in verschiedenen Teilen eines und desselben Wasserbeckens sich in dieser Hinsicht recht verschieden verhalten kann. Die erwähnte Arbeit enthält aber Angaben über einige, verhältnismässig wenige, chemische Eigenschaften des Wassers, es schien also interessant und zweckmässig auch manche andere, von WISZNIEWSKI nicht berücksichtigte Ionen, vor allem die biologisch so wichtigen N- und P-Ionen, zu untersuchen, um somit unsere Kenntnis der Lebensbedingungen von Psammon ein wenig zu vertiefen und zu erweitern. Deswegen habe ich dem

Vorschlag des Herrn Dr. J. WISZNIEWSKI Folge geleistet und einige von ihm in zwei verschiedenen Stellen des Strandes des Wigrysees (Wysoki Węgieł und Dejciowa genannten, s. WISZNIEWSKI, l. c., Abb. 2, NrNr. 6 und 15) gütigst entnommenen Wasserproben in chemischer Hinsicht bearbeitet.

Die beiden in Frage kommenden Stellen des Strandes des Wigrysees unterscheiden sich bezüglich ihrer Lage und Umgebung sehr deutlich untereinander. Der Wysoki Węgieł-Strand bildet die seewärts gerichtete, auf den Wellenschlag ausgesetzte Spitze einer Halbinsel; aus den landwärts gelegenen Hügeln fließt das Regenwasser über den Strand in den See hinein. Demgegenüber liegt der Dejciowa-Strand tief in einer Bucht verborgen und geht weiter landwärts allmählich in eine flache, feuchte Wiese über. Diese zwei Psammolitoralteile wurden deswegen ausgewählt, denn sie repräsentieren eben—soweit man auf Grund der bisherigen Kenntnis des Wigrystrandes schliessen darf—in hydrochemischer Hinsicht zwei sich extrem untereinander unterscheidende Typen.

Die Proben wurden durch das Aussaugen des Wassers aus dem Sande mittels einer Pipette (WISZNIEWSKI, l. c.), den 27.VI. 1934, also im Hochsommer, nach einiger heissen und verhältnismässig windstillen Tagen entnommen. Es wurde nämlich das Wasser aus dem aufgetauchten Teil des Psammolitorals, und zwar aus einem Punkte, welcher 80 cm von der Wassergrenze des Sees entfernt ist ausgesaugt, also aus der Zone, welche durch das sog. Hygropsammon bewohnt ist und sowohl in physikalisch-chemischer, wie auch biologischer Hinsicht den interessantesten Teil des Psammolitorals darstellt.

Es wurden folgende chemisch-analytische Bestimmungsmethoden angewendet: pH—mit Indikatoren nach HELLIGE, O₂—nach WINKLER, CO₂—nach TRILLICH-WINKLER, anorganisches Phosphat—nach DENIGÈS-ATKINS, Gesamtphosphor—nach KALLE, NH₃—mit NESSLER's-Reagens, NO₃—mit Bruzin nach WINKLER, Carbonathärte—mit HCL, Fe—mit KCNS, Cl—nach MOHR-WINKLER, SiO₂—nach DIÉNERT und WANDENBULCKE, SO₄—nach ANDREWS-WINKLER, Reduktionsvermögen (Oxydierbarkeit)—nach KUBELTIEMANN.

Die chemische Zusammensetzung der untersuchten „Sandwasserproben“ sowie auch der „Seewasserprobe“, welche an

der Oberfläche und beim Ufer des Wigrysees desselben Tages entnommen wurde, sind auf der Tab. 1 und auf dem Diagramm (Abb. 1) dargestellt.¹⁾ Wie ersichtlich, stimmen meine Ergebnisse

T A B. 1.

Chemische Zusammensetzung des Wassers des Wigrysees, des Wysoki Węgiel-Strandes und des Dejciowa-Strandes am 27.VI.1934. Alle Werte sind in mg/l ausgedrückt, nur die Karbonathärte ist in deutschen Härtegraden und das Reduktionsvermögen in mg/l KMnO_4 dargestellt.

	Wigrysee	Wysoki Węgiel	Dejciowa
Trockenrückstand ²⁾	185	256	448
Glührückstand ²⁾	123	173	323
Glühverlust ²⁾	62	83	125
pH	7.3	7.2	7.0
O ₂	10.6	1.6	0.00
CO ₂	0.00	6.2	41.0
Anorg. P in P ₂ O ₅	0.002	0.012	0.008
Gesamtes P in P ₂ O ₅	0.009	0.900	2.600
NH ₃	0.000	7.49	3.24
NO ₃	0.043	1.74	3.99
Karbonathärte	8.22	12.60	18.34
Fe	0.00	0.00	5.3
Cl	4.2	7.4	10.3
SiO ₂	6.5	11.0	15.5
SO ₄	13.80	79.73	16.10
Reduktionsvermögen	20.6	44.3	146.0

¹⁾ Der Masstab ist bei jeder chemischen Eigenschaft an allen drei Abbildungen derselbe; nur aus technischen Gründen wurde die Skala für anorganisches P — 1000-mal, für gesamtes P — 50-mal, für NH₃, NO₃, Fe sowie O₂ — 5-mal vergrößert und für die Karbonathärte sowie für das Reduktionsvermögen (Oxydierbarkeit) — 2-mal verkleinert.

²⁾ Der angegebene Trocken- und Glührückstand sowie der Glühverlust beziehen sich auf die Analyse des Wassers, welches am 30.VII.1934 entnommen wurde.

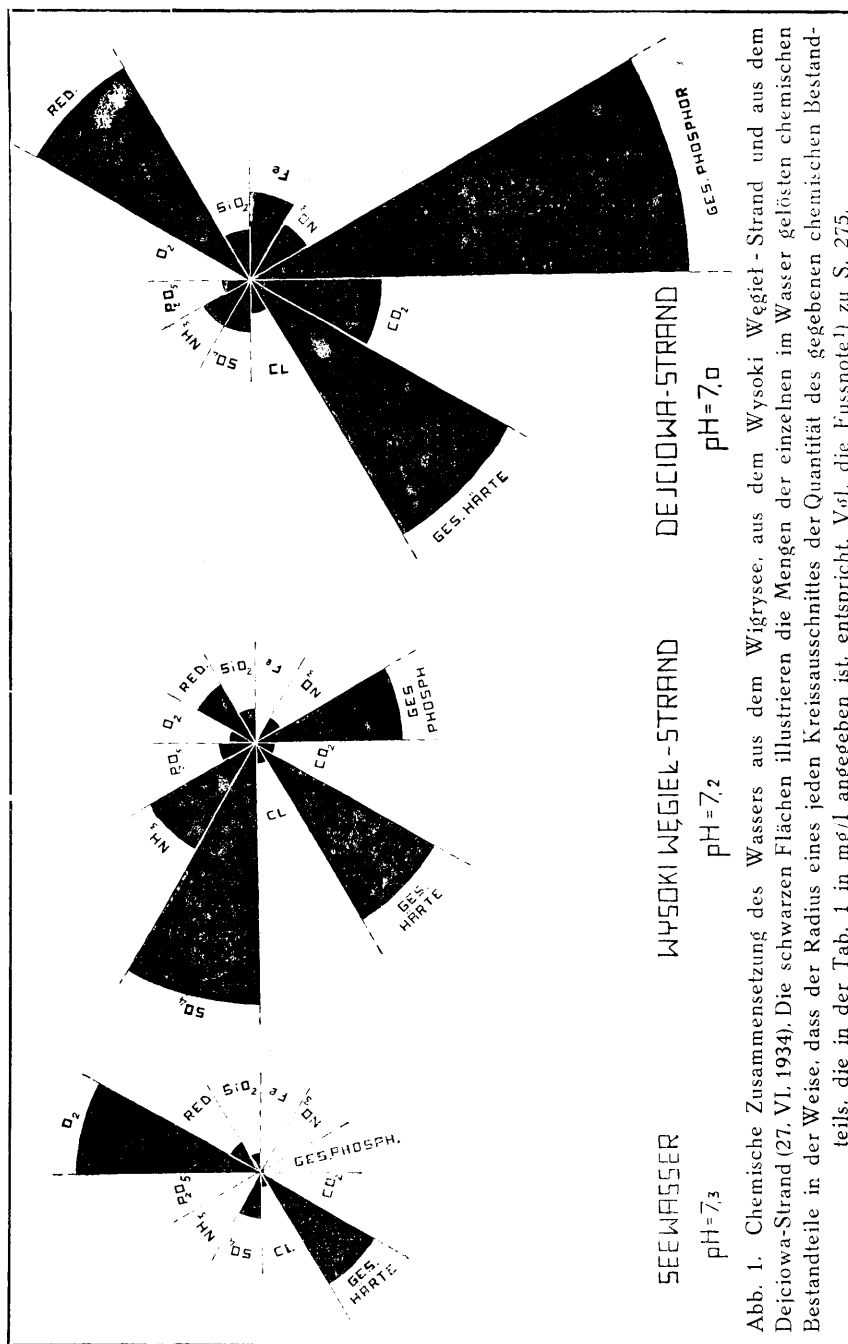


Abb. 1. Chemische Zusammensetzung des Wassers aus dem Wigrzysee, aus dem Wysoki Węgiel-Strand und aus dem Dejiowa-Strand (27. VI. 1934). Die schwarzen Flächen illustrieren die Mengen der einzelnen im Wasser gelösten chemischen Bestandteile in der Weise, dass der Radius eines jeden Kreissausschnittes der Quantität des gegebenen chemischen Bestandteils, die in der Tab. 1 in mg/l angegeben ist, entspricht. Vgl. die Fussnote¹) zu S. 275.

mit derjenigen von WISZNIEWSKI (l. c.) über die beträchtliche Konzentration des Sandwassers sehr deutlich überein. Das Sandwasser weist einen bedeutend grösseren Trockenrückstand als das Seewasser auf, und die grössere Konzentration betrifft nicht nur den Gehalt an der mineralischen, sondern auch an der organischen Substanz. Diese Verhältnisse illustriert die Abb. 2; es zeigt sich, dass das Wasser aus dem Wysoki Węgiel-Strand in dieser Hinsicht eine Mittelstellung zwischen demjenigen des Dejciowa-Strandes und dem Wigryseewasser einnimmt. Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Wassers aus dem Wysoki Węgiel und aus Dejciowa sind sehr deutlich und sie betreffen, wie wir weiter unten sehen werden, auch manche andere hydrochemische Einzelheiten.

Der Gehalt an organischem Stoff findet gewöhnlich in den Werten des Glühverlustes, des Reduktionsvermögens sowie endlich der CO_2 -Menge seinen Ausdruck. Wir sehen, dass die betreffenden Charakteristika für das Dejciowa-Wasser sehr hoch sind, dass sie für das Wysoki Węgiel-Wasser viel kleiner sind und im Seewasser endlich nur in unbedeutenden Massen auftreten. Wir möchten nun den Intensitätsgrad der anaëroben Zersetzung des organischen Stoffes im Sande und im See annäherungsweise vergleichen; dieser Intensitätsgrad kann einigermaßen durch die ohne O_2 -Teilnahme und ohne mineralischen Prozessen (Kalkkarbonaten) produzierte freie CO_2 -Menge (Λ) ausgedrückt werden. Den Wert (Λ) erhalten wir, indem wir von der Quantität der freien CO_2 , die im Wasser analytisch gefunden wurde, die CO_2 -Menge subtrahieren, die dem in demselben Wasser festgestellten Sauerstoffdefizit (δ) äquivalent ist (OHLE 1934):

$$\Lambda = \text{CO}_2 - 1,375 \delta$$

Somit finden wir, dass der Λ -Wert für das Sandwasser aus dem Dejciowa-Strande (bei Temperatur von 25°C) etwa

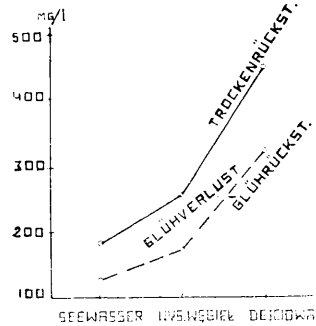


Abb. 2. Der Trocken- und Glührückstand sowie der Glühverlust des Wassers aus dem Wigrysee, aus dem Wysoki Węgiel-Strand und aus dem Dejciowa-Strand (30.VII.1934).

33 mg/l beträgt, aus dem Wysoki Węgiel-Strand (bei 22° C) gleich Null ist und für Wigryseewasser (bei 22° C) negativ ausfällt, und zwar —6 mg/l CO₂ ausmacht. Dieses Resultat beweist, dass die Zersetzung des organischen Stoffes im Dejciowa-Strand sehr intensiv verläuft, im Wysoki Węgiel-Strand sehr schwach ist und im untersuchten Wigryseewasser vielleicht durch die Assimilationsprozesse mit Überschuss kompensiert wird.

Es verdient der geringe Gehalt an freien Sauerstoff im Sandwasser hervorgehoben zu werden; wir bemerken hier, dass das Wasser aus dem Dejciowa-Strand ganz sauerstofffrei sein kann, dass dasjenige aus dem Wysoki Węgiel-Strand recht sauerstoffarm ist, dass dagegen das Seewasser mit Sauerstoff übersättigt wurde. Umgekehrt wurde die grösste Karbonathärte im Wasser des Dejciowa-Strandes gefunden, wo sie auch absolut recht gross ist; im Wysoki Węgiel-Strandwasser konnte nur viel geringere Karbonathärte festgestellt werden und im Seewasser finden wir CaO in mässiger Menge von 82 mg/l. Ziemlich ähnlich verhalten sich auch die Chloride, die Silikate und die Nitrate.

Die Phosphatmenge ist im Sandwasser verhältnismässig gering, während umgekehrt der organische Phosphor in riesiger Menge auftritt; dieses Verhältnis darf man wahrscheinlich der überaus üppigen Lebensentfaltung im Sandwasser zuschreiben. In diesem Zusammenhang fällt die grosse Nitratmenge auf, die sich im Sandwasser befindet und durch das Phytopsammon nicht ausgenutzt wird. Man kann vermuten, dass der Ausnutzung des Nitratüberschusses durch die Algen die im Minimum sich befindenden löslichen Phosphate verhindern, ähnlich wie es von GESSNER (1934) in den dystrophen Seen Schwedens festgestellt wurde.

Das Wasser des Wysoki Węgiel Strandes nimmt, wie wir oben hervorgehoben haben, in vieler Hinsicht eine Mittelstellung zwischen dem Seewasser und dem Dejciowa-Wasser ein. Es existieren aber zwei chemische Eigenschaften, die dem Wasser des Wysoki Węgiel-Strandes ein eigenes, höchst eigentümliches Gepräge verleihen; es sind die Sulfate und die Ammoniumsalsze, die in diesem Sandwasser in einer verhältnissmässig sehr grossen Menge auftreten. Ich habe mich die Aufgabe gestellt, diesen Unterschied aufzuklären zu versuchen, indem ich nach der

Ursache dieser Verhältnisse in der Struktur des Untergrundes der untersuchten Strandteile sowie im Umgebungscharakter der letzteren, gesucht habe.

Es hat sich gezeigt, dass die ausgegrabenen 1 m-tiefen vertikalen Profile (s. Abb. 3) auf den beiden untersuchten Strandteilen eine ganz verschiedene Struktur aufwiesen. Auf dem Wysoki Węgiel-Strande in einer 150 cm Entfernung von der Wassergrenze wurde unter einer 20 cm-dicken Schicht des grobkörnigen Sandes eine ungefähr 14 cm-dicke Schicht der *Dreissena*-Schalenbruchstücke gefunden; weiter nach unten er-

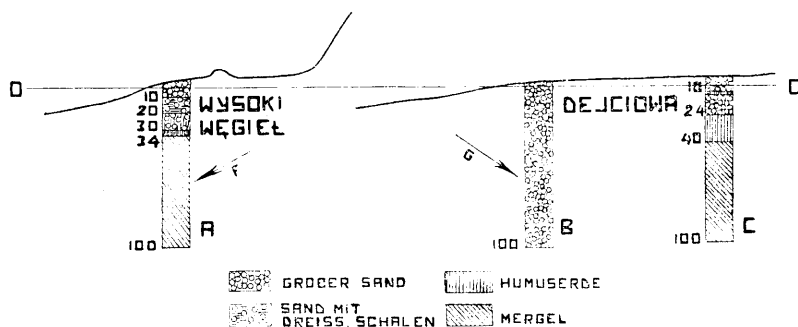


Abb. 3. Schematische Darstellung der vertikalen Profile: A—des Wysoki Węgiel-Strandes in einer 1.5 m-Entfernung von der Wassergrenze des Sees; B—des Dejciowa-Strandes in derselben Entfernung vom See; C—der Wiese beim Dejciowa-Strande in einer 5 m-Entfernung vom See. Die Pfeilchen F und G zeigen die Haupttrichtung des beim Ausgraben der Profilgrube durchsickernden Wassers.

streckte sich eine tonige, mehr als 70 cm-dicke, Mergelschicht. Ein ähnliches auf dem Dejciowa-Strande ausgegrabenes Profil zeigte in seiner ganzen Dicke nur einen reinen grobkörnigen Sand. Eine Profilgrube, welche daneben in einer Entfernung von 5 m vom Seeufer auf der Wiese ausgegraben wurde, wies dagegen eine ähnliche Struktur, wie das Profil des Wysoki Węgiel-Strandes auf; unter einer 24 cm dicken Sandschicht hat sich eine schwarze Modererde gefunden, die sich bis 40 cm Tiefe erstreckte; darunter liess sich bis in die Tiefe von 110 cm unter der Erdoberfläche der tonige Mergel beobachten.

Die Anwesenheit einer Kalkschicht im Untergrunde des Wysoki Węgiel-Strandes, welche Kalkschicht—wie ich mich überzeugt habe—sehr sulfatreich ist, und das Fehlen dieser

Schicht im Dejiowa-Strande lässt wohl vermuten, dass zwischen dem Charakter des Untergrundes des Wysoki Węgiel-Strandes und der chemischen Zusammensetzung des ihm durchdringenden Wassers ein direkter Zusammenhang besteht. Ich habe auch einige Analysen des Wassers, das aus verschiedenen Tiefen des Wysoki Węgiel-Strandes (1.VIII.34) entnommen wurde, ausgeführt; es wurde nämlich der Ca-, Fe-, und SO₄-Gehalt bestimmt. Die Resultate dieser Analysen sind auf Tab. 2 und Abb. 4 dargestellt.

T A B. 2.

	CaO	Fe	SO ₄
0 cm	68.4	0.00	76.43
10	99.6	0.40	116.95
24	199.2	0.20	65.84

Die deutlichen Sulfat- und Eisenmaxima in der Tiefe von 10 cm ist es zur Zeit schwer zu erklären. Es erscheint auch

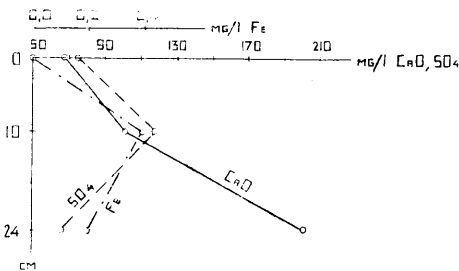


Abb. 4. Die vertikale Schichtung des Ca, Fe, und SO₄-Gehaltes im Sandwasser des Wysoki Węgiel-Strandes (1.VIII.1934). Die Proben wurden an derselben Stelle entnommen, wo die Profilgrube A ausgegraben wurde (vergl. Abb. 3).

wohl sonderbar, dass das Kalk, welcher sich im Untergrunde des Wysoki Węgiel-Strandes befindet, im Oberflächensandwasser dieses Strandes in viel geringeren Mengen auftritt, als im demjenigen des Dejiowa-Strandes, wo keine Kalkschicht im Untergrunde nachgewiesen werden konnte. Diese Verhältnisse können sich mitunter

noch merkwürdiger vorstellen; in den von mir in anderer Zeit entnommenen Wasserproben habe ich nämlich zweimal im Sandwasser des Wysoki Węgiel-Strandes viel weniger CaO (68.4 mg/l) und einen viel geringeren Trockenrückstand (112.0 mg/l) als im

Seewasser (80.9 CaO mg/l und 186.0 mg/l des Trockenrückstands) festgestellt.

Diese Erscheinung könnte dadurch erklärt werden, das durch den Wysoki Węgiel-Strand das Regenwasser aus den benachbarten waldigen Hügeln in den Wigrysee herabfließt und das somit das Sandwasser durchgespült und seine Elektrolytenkonzentration einigermaßen verdünnt wird; dass dem so ist, spricht auch die Beobachtung, dass beim Ausgraben der Profilgrube auf dem Wysoki Węgiel-Strande das Wasser nicht von der Seeseite sondern vielmehr von der Landseite in die Grube durchsickerte. Die angenommenen Elektrolytenkonzentrationsschwankungen dürften auf den mitunter auftretenden bedeutenden Astatismus des Psammolitorals auch in chemischer Hinsicht hinweisen.

Man sollte zwar somit erwarten, dass auch die Konzentration anderer untersuchten Ionen den analogen Schwankungen unterliegen wird, doch wurde dies in solchen Masstab, wie bei CaO, nicht beobachtet. Man kann vielleicht diesen scheinbaren Widerspruch durch die selektive Adsorptionsfähigkeit des Sandes erklären; STOWELL (1927) hat nämlich festgestellt, dass der Sand alle im Meerwasser sich befindende Ionen, mit einer Ausnahme, die eben die Ca-Ionen anbetrifft, gut adsorbiert. Dieser Verfasser hat den Sand mit Meerwasser durchgespült und im Filtrate mehr Kalzium, als im ursprünglichen Meerwasser gefunden; demgegenüber wurden andere Ionen in ungefähr 15% adsorbiert. Damit kann die relativ leichte Ausspülung des Kalkes aus dem Sandwasser erklärt werden.

Der Dejcziowa-Strand, welcher dank seiner Lage (siehe oben, S. 274) auf das Durchfließen des Regenwassers in bedeutend geringerem Grade ausgesetzt ist, stellt dagegen ein mehr konzentriertes Wassermedium dar. Wenn wir die chemischen Bestandteile dieses Wassers mit denjenigen des Seewassers vergleichen, beobachten wir, dass in dem ersteren die folgenden Ionen im Polytypus vorkommen: CO₂, NH₃, NO₃, Ca, Fe und P¹⁾. Was die Cl-, SiO₂- und SO₄-Ionen anbetrifft so darf hervor-

1) Über die bedeutende Quantität des anorganischen Phosphors, welcher sich potentiell im Sandwasser befindet, kann man wohl aus der ungeheuren Menge des organischen Phosphors, welcher dank der Lebenstätigkeit des Psammons entsteht, schliessen.

gehoben werden, dass sie hier immer doch in einer bedeutenden, mitunter mehrmalig höheren Konzentration, als im „Mutterwasser“ des benachbarten Sees, auftreten. Diese verhältnismässig sehr grosse Konzentration der Elektrolyten, und insbesondere der Nährstoffe, sowie auch das ausserordentlich üppige Pflanzen- und Tierleben, welches sich im Sandwasser entfaltet (vergl. WISZNIEWSKI, l. c.) veranlasst wohl dieses Medium, als extrem eutroph zu bezeichnen. Diese Bezeichnung lässt sich selbstverständlich nicht nur für das Dejciowa-Psammlitoral, sondern auch in etwas geringerem Grade für das Wysoki Węgiel-Psammlitoral sowie—soweit man auf Grund der bisjetzt zur Verfügung stehenden Erfahrungen schliessen darf—für ein jedes Psammlitoral, namentlich für seine aufgetauchte Zone, anwenden.

Für die chemische Zusammensetzung des Sandwassers sind die hohen Werte der Härte sowie des Reduktionsvermögens besonders charakteristisch; die erste Eigenschaft bildet einen Index der im Wasser gelösten Ca-Verbindungen, die zweite weist auf einen grossen Gehalt der organischen Stoffe hin. Es scheint sehr wahrscheinlich zu sein, dass unter diesen letzteren die Humusstoffe eine bedeutende Rolle spielen; jedenfalls dürfte wohl in diesem Sinne die gelbbraune Farbe des Sandwassers aus dem Dejciowa-Strande sowie die beim Abdampfen dieses Wassers ausfallenden dunkelbraunen, gallertartigen Kolloidflocken interpretiert werden. Falls sich diese Vermutung bestätigen würde, würde dies auf eine gewisse Ähnlichkeitsbeziehung zwischen dem Psammlitoralwassermedium einerseits und dem Wassermedium der dystrophen Gewässer anderseits hinweisen, was desto interessanter würde, als ja auch biologische Annäherungspunkte zwischen den beiden Lebensmilieus festgestellt wurden; es hat sich nämlich gezeigt (WISZNIEWSKI, l. c.), dass die psamische Rotatorienfauna in mancher Hinsicht diejenige der Sphagnummoosbestände erinnert.

Indem wir weiter den Vergleich des Sandwasser- und des Seewassermediums fortsetzen möchten, könnten wir unsere Erwägungen zu einem interessantem Schema von MÜNSTER-STROM (1927/28) anknüpfen. Dieser Verfasser hat nämlich in seinem Schema rein theoretisch das Vorkommen eines Gewässertypus vorausgesehen, welcher sich durch das Auftreten von P, N, Ca

und Humus im Polytypus auszeichnen sollte; ein solcher Typus kann in den Seen nur ziemlich selten realisiert werden (vergl. OHLE, 1934), er würde aber—unseren Vermutungen nach—in Sandwasser des Psammolitorals wohl oft vertreten.

Falls sich demnach die grosse Rolle der Humusstoffe im Sandwasser bestätigen wird, werden wir hier mit einem sehr eigenartigen Wassermediumtypus zu tun haben, welcher extrem eutrophe und gleichzeitig auch dystrophe Eigenschaften aufweist. Diese chemischen Feststellungen lassen auch das Sandwasser mit Sumpfwasser und mit Wasser kleiner Tümpeln vergleichen. Nach HÖLL (1928) enthält nämlich das letztgenannte Wasser die organischen Verbindungen sowie die Ionen Ca, N, P, und CO₂ gewöhnlich auch im Polytypus; die Wasserreaktion (pH) ist hier gewöhnlich schwach alkalisch. Ein solches Wassermedium wurde nach HÖLL als alloiotroph bezeichnet.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

1. Die aufgetauchten Psammolitoralteile der Seen beherbergen ein chemisch wohl eigenartiges Wassermedium, das in Phosphor, Nitrate, Kalzium sowie organische Stoffe reichlich ausgestattet ist und die Unterlage eines üppigen Lebens bildet; diese Lebensentfaltung veranlasst oft, dass von Zeit zu Zeit die löslichen Phosphate in Minimum geraten. Man kann dieses Lebensmedium als *extrem eutroph* bezeichnen. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass der extrem eutrophe Charakter dieses Mediums auf den Strandteilen eines ziemlich oligotrophen Sees, und zwar des Wigrysees, festgestellt wurde.

2. Die grosse Menge der im Psammolitoralwasser gelösten kalkhaltigen organischen Verbindungen verleiht diesem Medium ein eigenartiges Gepräge. Es erscheint wahrscheinlich, dass unter den organischen Stoffen der Humus eine bedeutende Rolle spielt; ist es der Fall, so würde das Psammolitoralwassermedium einen besonderen Typus repräsentieren, der im Schema von MÜNSTER-STRÖM (1927/28) in der Rubrik: +P +N +Humus +Ca seinen Platz findet. Ein in chemischer Hinsicht ähnliches Wassermedium der Sümpfe wurde von HÖLL (1928) als alloiotroph bezeichnet.

3. Die verschiedenen Strandteile sogar eines und desselben Wasserbeckens können sich untereinander durch den Charakter seines Untergrundes, durch die chemische Zusammensetzung des diese Strandteile durchdringenden Wassers sowie durch den Eutrophiegrad dieses Wassers (Wysoki Wegiel—Dejciowa) deutlich unterscheiden. Auf den physikalisch-chemischen Charakter des Sandwassermediums übt nicht nur der benachbarte See seinen Einfluss aus, sondern (vielleicht in noch höherem Grade) auch die Morphologie des Strandes sowie der Neigungswinkel und die Bewachungsart des Ufers.

LITERATURVERZEICHNIS.

1. Gessner F., 1934.—Nitrat und Phosphat im dystrophen See. Arch. f. Hydrob. Bd. 27, Heft I.—2. Höll K., 1928.—Ökologie der Peridineen. Pflanzenforschung II. Jena.—3. Ohle W., 1934.—Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. Arch. f. Hydrob. Bd. 26, Heft 3.—4. Stowell F. P., 1927.—The Adsorption of Ions from Sea-Water by Sand. Jour. Mar. Biol. Assoc. Vol. 14, II.—5) Ström K. Münster, 1927/28.—Recent Advances in Limnology. Proc. Linnean Soc. London. Sess. 140.

Die übrige Literatur über Psammolitoral und Psammon bei:

6) Wiszniewski J., 1934.—Recherches écologiques sur le psammon. Archiwum Hydrobiol. i Ryb. VIII. Suwałki.



EINAR NAUMANN

Wspomnienie pośmiertne.

Dnia 22 września 1934 roku zmarł nagle EINAR NAUMANN, profesor limnologji na Uniwersytecie w Lund, kierownik Stacji Limnologicznej w Aneboda, badacz światowej sławy. Rzec można śmiało, iż ów wspomniały rozwój, jaki przeżywa w czasach nowszych hydrobiologia śródlądowa, w niemałej mierze jemu jest do zawdzięczenia. Na przestrzeni ostatnich lat kilkunastu nie było bodaj takiego kompleksu zagadnień limnologicznych, ku któremu nie zwróciłby się jego umysł badawczy i gdzie nie pozostawiłby po sobie trwałego śladu. W kilku zaś podstawowych działach hydrobiologii odegrał E. NAUMANN rolę przodownika, torującego nowe drogi i wyznaczającego kierunek dalszych poszukiwań.

EINAR CHRYSZTJAN LEONARD NAUMANN urodził się 13 sierpnia 1891 roku w mieście powiatowem Hörby w Szwecji południowej. Studja przyrodnicze odbył na Uniwersytecie w Lund, gdzie też w roku 1917 habilitował się z botaniki, w r. 1920 został docentem limnologji i gdzie w r. 1929 objął następnie utworzoną dlań katedrę tego przedmiotu. Już w rozprawie doktor-

skiej, zatytułowanej: „Badania nad fitoplanktonem i powstającymi w strefie pelagicznej jezior szwedzkich osadami dennymi”, znajdujemy tak znamienne dla wszystkich późniejszych publikacji tego autora oryginalne podejście do przedmiotu oraz dążność do przyczynowego ujmowania zjawisk hydrobiologicznych. Praca powyższa zawiera zarazem niejako w załączku podstawy późniejszej typologii jezior, stanowiącej jedną z najplodniejszych idei w hydrobiologii współczesnej, a równocześnie najświetniejszą kartę w bogatym dorobku naukowym tego badacza.

Niesposób dotknąć tutaj nawet pobieżnie wszystkich punktów wielostronnej działalności limnologa szwedzkiego. Możemy zaznaczyć jedynie najważniejsze jej kierunki. Do pierwszej grupy należy szereg większych i mniejszych prac, w których rozwija NAUMANN i wykańcza stopniowo system klasyfikacji limnologicznej. Wyniki jego w tym zakresie spotykają się i uzupełniają z analogicznymi badaniami innego wybitnego limnologa współczesnego, A. THIENEMANNA, przyczem równoległość poglądów ich jest tak uderzająca, iż przyjęty dziś powszechnie podział jezior na trzy typy główne, uważać musimy za dzieło wspólne obu badaczy wymienionych.

Gdy przed kilkunastu laty znakomity badacz szwedzki kładł pierwsze zręby swego systemu trofizmów, zagadnienie wzajemnej zależności ekologicznej ustrojów wodnych stanowiło w wielu jeszcze ważnych punktach kartę niezapisaną. NAUMANN zorientował się szybko, że chcąc oświetlić należycie tak istotną stronę zagadnienia, jak stosunki pokarmowe zooplanktonu, nie można poprzestać na metodzie dotychczasowej badania zawartości przewodu pokarmowego tych ustrojów. Podjął więc serię badań eksperymentalnych nad planktonem (1918—23). Zaczął od poznania mechaniki pobierania pokarmu, poczem po licznych doświadczeniach z wioślarkami, widłonogami i wrotkami stwierdził, że większość przedstawicieli planktonu zwierzęcego zaliczyć musimy do kategorii „czynnych filtratorów”, żywiących się zawieszonym w wodzie sestonem organicznym, w tej liczbie nanoplanktonem. Badania te mają podstawowe znaczenie dla zrozumienia przemiany materji w wodach.

O podobnie rozległym zasięgu teoretycznym były prace doświadczalne autora nad tropizmami u planktonu. Udowodnił on w nich między innymi, że rozmieszczenie poziome i pionowe

ustrojów wspomnianych jest w warunkach normalnych wypadkową dwu czynników głównych: fototropizmu i geotropizmu, że następnie w obecności światła panuje ageotropizm, w ciemności zaś geotropizm dodatni. W ten sposób znane zjawisko wędrówek pionowych planktonu zostało dzięki badaniom powyższym w zasadzie wyjaśnione i sprowadzone do rzędu elementarnych reakcji fizjologicznych. Podobnie utrzymywanie się neuston (pojęcie wprowadzone do nauki przez NAUMANNA) w obrębie błonki powierzchniowej jest następstwem wybitnego fototropizmu dodatniego należących do tej formacji organizmów.

Trzecią doniosłą dziedzinę obejmują prace NAUMANNA nad ugruntowaniem podstaw limnologii regionalnej, który to kierunek w całości swe powstanie inicjatywie jego zawdzięcza. Wprawdzie opracowany przezeń system tak zwanych spektrów środowiskowych (Milieuspektra) nie przyjął się dotąd powszechnie, skoro wszakże jedynym prawdziwym miernikiem dzieła naukowego jest czas, trudno przesądzać, jak będzie przedstawiała się koncepcja ta za lat kilka, gdy zostaną w sposób dokładniejszy (ilościowy) poznane czynniki, warunkujące produkcję biologiczną wód. Nie ulega w każdym razie wątpliwości, że pod względem metodologicznym wymienione ostatnio prace wywarły i wywierają w dalszym ciągu wpływ ożywczy na współczesne kierunki badań, ukazując nowe perspektywy, lub dawne problemy w nowym świetle.

Zasadnicze znaczenie dla kształtowania się nowoczesnych poglądów w limnologii posiadały skolei badania NAUMANNA nad osadami dennymi. Jakkolwiek prace w tej dziedzinie trwały od dawna, badacz szwedzki przeprowadził pierwszy szczegółową analizę osadów śródzielnich, wskazał na zależność ich typów od stopnia zeutrofizowania wody i w ten sposób sprowadził różne napozór elementy limnologiczne do wspólnego niejako mianownika, decydującego o typie produkcyjno-biologicznym każdego zbiornika wodnego.

Sporo wysiłku włożył NAUMANN w opracowanie i udoskonalenie specjalnej metodyki badań dennych. Jak bardzo płodny to był wysiłek, świadczą liczne skonstruowane przez niego aparaty, różnego rodzaju sondy i czerpacze, z których większość wytrzymała zwycięsko próbę życia i stanowi dziś nieodzowną część ekwipunku limnologicznego. O bogatej inwencji tego

wszelkimi uzdolnionego człowieka daje wyobrażenie szereg innych przyrządów jego pomysłu, w zakresie techniki mikroskopowej, planktologicznej, mikrofotograficznej, wreszcie akwarjowej. Prawdziwem arcydziełem zaś doskonałej precyzji w przemyśleniu oraz wykonaniu szczegółów są urządzenia naukowo-techniczne zbudowane w r. 1928 pod jego kierunkiem nowej Stacji Limnologicznej w Aneboda nad jeziorem Sträken.

W ostatnim okresie życia skierował NAUMANN baczniejszą uwagę na kwestję wrażliwości ustrojów planktonowych na naturalne i sztuczne zanieczyszczenia wody. Między innymi przeprowadził szereg interesujących doświadczeń nad zachowaniem się wioślarki *Daphnia magna* wobec substancji, wylugowywanych przez wodę z różnorodnych materiałów technicznych, mających zastosowanie w instalacjach laboratoryjnych.

Jako autor odznaczał się NAUMANN wyjątkową płodnością. W ciągu dwudziestoparoletniej swej działalności ogłosił około dwustu prac i przyczynków oryginalnych, kilkadziesiąt artykułów i notatek w wydawnictwach zbiorowych (ABDERHALDENA i in.), ponadto kilka książek w języku szwedzkim i niemieckim, typu podręcznikowego, jak „Zarys limnologii regionalnej” (1932), „Planktologia doświadczalna” (1929), „Plankton słodkowodny” (1924), „Wstęp do nauki o dnie jezior” (1930).

Wolny w zupełności od wszelkich uprzedzeń narodowościowych, NAUMANN był jednym z najgorętszych rzeczników kolaboracji międzynarodowej. Rozumiejąc dobrze, jak wiele współpraca ściślejsza badaczy różnych krajów dać może, ogłosił w r. 1922, wspólnie z A. THIENEMANNEM, odezwę, uzasadniającą potrzebę utworzenia Międzynarodowego Związku Limnologii teoretycznej i stosowanej, a po odbytych w tymże roku kongresie organizacyjnym, dokonał z ramienia tej instytucji objazdu kilkunastu krajów europejskich, w tej liczbie Polski.

Jako człowiek był EINAR NAUMANN uosobieniem ujmującej prostoty, uczynności koleżeńskiej i nieporównanego, jemu tylko właściwego niewymuszonego humoru. Był duszą wszystkich siedmiu kongresów limnologicznych. Odszedł zbyt wcześnie od warsztatu nauki, której stanowił chlubę. Pozostawił po sobie żal u każdego, kto choć raz jeden z nim się zetknął w życiu, żal nurtujący, jak po stracie osoby bliskiej.

A. L.



KAZIMIERZ GAJL

Wspomnienie pośmiertne.

Grono hydrobiologów polskich zostało w r. b. uszczuplone przez śmierć jednego z najwybitniejszych przedstawicieli młodszego pokolenia. Dn. 3 listopada 1934 r. zmarł w Warszawie po długiej chorobie dr. KAZIMIERZ GAJL, st. asystent Uniwersytetu Warszawskiego, wieloletni współpracownik Zakładu Zoologicznego U. W., autor wartościowych prac naukowych, wytrwały badacz i zamiłowany wychowawca młodych faunistów.

S. p. KAZIMIERZ GAJL urodził się 24.IX.1896 w m. Paszycja na Uralu. Lata młodzieńcze spędził głównie w Petersburgu, gdzie też w r. 1917 ukończył z odznaczeniem prywatne gimnazjum niemieckie. Studja wyższe rozpoczął w Wojsk. Akademii Lekarskiej w Petersburgu, na jesieni r. 1918 powrócił jednak do kraju i osiedlił się na stałe w Warszawie. Wydarzenia wojenne, w których ze względu na słaby stan zdrowia nie mógł wziąć osobistego udziału, utrudniły mu niezwłoczne rozpoczęcie dawno zamierzonych studjów przyrodniczych. W ciągu r. 1918/19

pracował głównie w Pracowni Zoologicznej Wolnej Wszechnicy Polskiej; dopiero od r. akad. 1919/20 mógł rozpocząć prawidłowe studia na Uniwersytecie Warszawskim, uwieńczone dyplomem doktora filozofii, uzyskanym na wiosnę r. 1924.

Prawie na początku swych studiów, w lutym r. 1920, został KAZIMIERZ GAJL powołany na stanowisko asystenta Uniw. Warsz., początkowo przy katedrze anatomii porównawczej i embriologii (u prof. dr. J. TURA), następnie zaś, od 1.XII.1921, w Zakładzie Zoologicznym U. W., w którym pracował do końca życia. Z działalnością Zakładu tego, prowadzonego wytrawną ręką ś. p. prof. dr. K. JANICKIEGO, związane są najlepsze lata pracy naukowej i pedagogicznej Zmarłego. Prócz zwykłych zajęć asystenckich prowadził Zmarły w latach 1924—27 specjalne ćwiczenia zoologiczne dla nauczycieli oraz (przez 1 rok) wykłady zoologii na kursie dokształcającym dla farmaceutów. Począwszy od r. ak. 1927/28 prowadził ś. p. GAJL w trymestrze wiosennym każdego roku wykłady, wycieczki i ćwiczenia z t. zw. fauny ekskursyjnej, zlecone mu przez Wydział Matem.-Przyrodniczy U. W. Pracy tej oddawał się z wielkim zapałem i znanstwem, znajdując wiele zadowolenia w ukazywaniu studjującej młodzieży zespołów fauny lądowej i wodnej w ich naturalnych środowiskach. Kierowała nim bowiem nie tylko chęć zapoznania studentów z jaknajwiększą liczbą przedstawicieli naszej fauny, ale przede wszystkim dążenie do wyrobienia trudnej umiejętności obserwowania związków przyczynowych o charakterze ekologicznym, dających się stwierdzić w przyrodzie.

Prócz działalności pedagogicznej znajdował Zmarły czas na pracę o charakterze naukowo-organizacyjnym; począwszy od r. 1927 był on członkiem-współpracownikiem Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności, a następnie pełnił obowiązki sekretarza Oddziału Warszawskiego tej Komisji. Był czynny również w akcji społecznej na rzecz idei ochrony przyrody, której był gorącym zwolennikiem.

Dziedzina, pochłaniającą niewątpliwie najsilniej KAZIMIERZA GAJLA, była praca naukowa, której był oddany całą duszą. Działalność naukową rozpoczął jeszcze w Rosji, gdzie gromadził głównie pluskwiaki, opracowywane potem w Muzeum Petersburskim pod kierunkiem prof. KIRICZENKI. Zainteresowania hemipterologiczne znalazły swój wyraz w dwóch pierwszych pracach

Zmarłego, opublikowanych w kraju. Później, w r. 1927—28, powrócił jeszcze raz do entomologii, interesując się głównie zespołami ekologicznymi prostoskrzydłych (*Orthoptera*). — Właściwą specjalnością K. GAJLA stała się jednak hydrobiologia, a mianowicie głównie ekologia niższych skorupiaków słodkowodnych (*Phyllopoda* i *Copepoda*). Praca jego o dwóch typach faunistycznych z okolic Warszawy¹⁾ zyskała znaczny rozgłos zagranicą i wyrobiła mu odrazu imię. Na podstawie obfitego materiału faunistycznego stwierdził autor istnienie dwóch odrębnych zespołów badanych skorupiaków i postawił tezę, że czynnikiem, warunkującym to zróżnicowanie faunistyczne jest stopień stałości czynników ekologicznych, które w drobnych zbiornikach wodnych ulegają stosunkowo większym wahaniom, niż w większych. Wprowadzone przez GAJLA znamię „statyzmu” zbiorników wodnych zdobyło sobie prawo obywatelstwa w limnologii i w nieco zmodyfikowanej formie bywa dziś dość często stosowane.

Dalsze badania hydrobiologiczne KAZIMIERZA GAJLA dotyczyły głównie skorupiaków tatrzańskich; były to studia nad zespołami Stawu Toporowego i badania nad morfologią, ekologią i rozmieszczeniem jednego z najciekawszych przedstawicieli fauny polskiej, a mianowicie *Branchinecta* ze Stawu Dwoistego w Tatrach.

W związku z badaniami temi odbył Zmarły w r. 1931 podróż do Budapesztu, Tihany i do Wiednia, gdzie pracował w tamtejszych instytutach badawczych. — Niestety, ciężka choroba, która przez szereg lat trawiła jego organizm, uniemożliwiła mu wypełnienie nawet drobnej części zakreślonych planów i wykorzystanie zebranych z wielkim wysiłkiem obfitych i cennych materiałów naukowych.

Jako pracownik naukowy i pedagog odznaczał się s. p. KAZIMIERZ GAJL niezwykłą sumiennością i dokładnością, jako człowiek i kolega był wzorem dobroci i uczynności. Nauka polska utraciła w nim wybitnego przedstawiciela, rokującego duże nadzieje na przyszłość, Zakład Zoologiczny U. W. — oddanego sobie całkowicie pracownika, Stacja Hydrobiologiczna na Wi-

1) Praca ta została nagrodzona na konkursie naukowym, zorganizowanym przez Związek Stowarzyszeń Asystenckich.

grach—prawdziwego przyjaciela. Wśród kolegów i przyjaciół, a także u młodzieży akademickiej Jego śmierć przedwczesna wywołała szczyry i głęboki żal.

Cześć Jego pamięci.

Z. K.

Spis publikacji naukowych s. p. Kazimierza Gajla.

1. Masowy pojaw *Aradus cinnamomeus* Pnz. w młodnikach sosnowych (*Hemiptera Heteroptera; Aradidae*). Las Polski. Rok II, nr. I. Warszawa 1922.
2. *Arctocoris scotti* (Dgl. Sc.) na Ziemiach Polskich (*Heteroptera, Corixidae*). Rozprawy i Wiadom. Muzeum im. Dzieduszyckich, tom V—VI, rok 1919/20. Lwów 1922. (Wspólnie z T. J a c z e w s k i m).
3. Über zwei faunistische Typen aus der Umgebung von Warschau auf Grund von Untersuchungen an *Phyllopoda* und *Copepoda* (excl. *Harpacticidae*). Bull. Acad. Polon. Sc. Lettr. Cl. Sc. Math. Nat. Sér. B. Cracovie 1924.
4. Studja hydrobiologiczne. Część I. Zespoły *Phyllopoda* i *Copepoda* (excl. *Harpacticidae*) Stawu Toporowego w Tatrach. Sprawozd. Komisji Fizjogr. P. A. U. T. 61. Kraków 1926.
5. Hydrobiologische Studien. I. Biocönosen der *Phyllopoda* und *Copepoda* (excl. *Harpacticidae*) des Sees Toporowy im polnischen Teile des Tatragebirges. Bull. Acad. Polon. Sc. Lettr. Cl. Sc. Math. Nat. Sér. B. 1926. Cracovie 1927.
6. Bielany pod Warszawą i konieczność ich ochrony. Państw. Rada Ochrony Przyrody. Nr. 33. Warszawa 1932. (Wspólnie z R. K o b e n d z a).
7. „*Branchinecta paludosa*” aus der Tatra als eine neue Art betrachtet; ihre Morphologie, Ökologie und geographische Verbreitung. Mém. Acad. Pol. Sc. Lettr. Cl. Sc. Math. Nat. Sér. B. Cracovie 1934.

Ponadto szereg referatów, publikowanych w Sprawozdaniach Stacji Hydrobiologicznej na Węgrach oraz w Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa.

STACJA HYDROBIOLOGICZNA NAD JEZ. OCHRYDA W JUGOSŁAWJI.

Dnia 15 stycznia 1935 r. nad jeziorem Ochrydzkiem (Ohrid) zostanie otwarta Stacja Hydrobiologiczna. Nowa ta placówka umożliwi prowadzenie planowych prac badawczych na szerszą skalę nad jednym z najciekawszych jezior Europy.



1. Wysoki Węgieł.



2. Kłacka.

J. Wiszniewski. Badania nad psammonem.



3. Kładka.



4. Hańcza.

