

bst. A-5695

TARTU ÜLIKOOI ZOOLOOGIA-INSTITUUDI JA -MUUSEUMI TÖÖD
ACTA INSTITUTI ET MUSEI ZOOLOGICI UNIVERSITATIS TARTUENSIS

№ 20.

DER SEE KÜLAJÄRV ALS BEISPIEL EINER EU-DYS SUKZESSION

H. HABERMAN

SONDERABDRUCK AUS „TARTU ÜLIKOOI JUURES OLEVA
LOODUSUURIJATE SELTSI ARUANNETEST“, XLIII, 1—2, 1936.

TARTU 1936

№ 20.

DER SEE KÜLAJÄRV ALS BEISPIEL EINER EU-DYS SUKZESSION

H. HABERMAN

SONDERABDRUCK AUS „TARTU ÜLIKOOI JUURES OLEVA
LOODUSUURIJATE SELTSI ARUANNETEST“, XLIII, 1—2, 1936.

TARTU 1936

Est. A

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
20768

Vorwort.

Die Untersuchung des Sees Külajärv wurde im Jahre 1934 zusammen mit Herren Kollegen R. Vinkel und V. Voore unternommen, wobei das zu benutzende Instrumentarium von Herrn Prof. H. Riik-oja in lebensw rdiger Weise uns überlassen wurde. Während Herr Kollege Vinkel die Planktonuntersuchungen auf sich nahm, hatte der Autor die Aufgabe den See im allgemeinen und seine Benthos-tiere zu behandeln.

Vorläufige Daten über den See sind im Journal „Eesti Loo-dus“ Nr. 5, p. 103—109 1934 erschienen. Im Folgenden wird das Plankton des Sees nicht betrachtet, da ein betreffender Bericht darüber von Kollegen Vinkel angefertigt wird.

Beim Bearbeiten des Materials waren mir behilflich: Herr Ass. H. Kauri (Odonata), Herr Dr. C. Krausp (Mollusca), durch seine Vermittlung hat Prof. N. Odhner (Stockholm) Pisidien kontrolliert. Herr Ass. A. M  r hat die Sauerstoffproben analysiert und Herr V. Voore ist beim Sammeln des Materials behilflich gewesen, er hat auch die im Text vorgeführten Zeichnungen gemacht. Ausserdem unterstützte meine Untersuchungen die Seenkommission der Natur-forscher-Gesellschaft. Allen oben angeführten Personen spreche ich hierbei meinen aufrichtigsten Dank aus.

Der Verfasser.

1. Morphometrische u. physiographische Daten.

Der See Külajärv liegt im Distrikt Tartumaa, im Dorfe Vellavere, ca 4 km nördlich von der Eisenbahnstation Elva, auf dem Devonboden, in der Senkung einer hügeligen Moränenlandschaft.

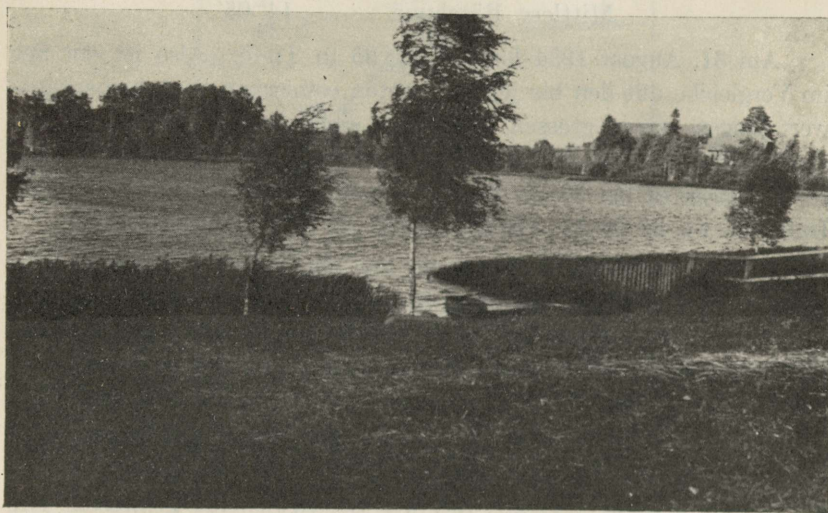


Photo des Verfassers IX 1935.

Abb. 1. Der See Külajärv vom Gute Tootsi aus gesehen. Im Vordergrund Pflanzenbestände des steileren Ufers, im Hintergrunde das Gut Paabu und das Birkenwäldchen.

Die SW- und NO Ufern des Sees sind Sumpfwiesen, das Nordufer ist eine trockenere Wiese mit einem kleinen Birkenbestand, das Südufer ist höher und mit Feldern bedeckt. Nach der Einwerstkarte Reihe 15, Blatt 37 liegt das Wasserniveau des Sees 33 m über dem Meeresspiegel. Die geographischen Koordinaten beim Gute Tootsi sind $58^{\circ} 15' 34''$ nördlicher Breite und $26^{\circ} 24' 25''$ östlicher Länge von Greenwich. Der Umriss des Sees ist annähernd oval, (siehe

die Karte auf p. 8) seine morphometrischen Werte sind folgende: (Riikoja 1930 p. 137).

Länge	250 m
Grösste Breite	200 m
Mittlere Breite	162 m
Areal	4,05 ha
Volumen	277 400 m ³
Grösste Tiefe	24,5 m
Mittlere Tiefe	6,86 m
Umfang	750 m
Umfangsentwicklung . . .	1,05
Volumentwicklung	0,84
Mittlere Böschung	14° 05'

Am 31. August 1934 loteten wir 25 m Tiefe. Also ist der See im Vergleiche mit den bis jetzt geloteten estnischen Seen bemerkenswert wegen seiner grossen Tiefe (er steht in der Tiefenreihe an zweiter Stelle) und der starken Böschung (an III Stelle). Besonders gross ist der Böschungswinkel zwischen den 10 m- und 15 m-Isobaten, wo er 19° 31' (Riikoja 1930 p. 138) beträgt.

Seiner Entstehung nach ist der See ein Vertiefungsbecken ohne natürlichen Durchfluss und liegt in einer vom Eiswasser ausgespülten Mulde. In letzter Zeit wird jedoch durch einen am W-Ende des Sees mündenden Graben Humuswasser aus Niedermooren zugeleitet.

Die Wasserfarbe des Sees ist gelbbraun, mit einem Stich ins Grünliche. Sichttiefen waren am 17. VI — 3,5 m, am 31. VIII — 2,0 m (bei trübem Wetter), mit der Secchi-Scheibe gemessen. Die Temperatur- und Sauerstoffregime werden durch eine am 31. VIII gemachte Beobachtungsserie illustriert (Barometerstand 757,2 mm).

Wir sehen, dass zu dieser Zeit der See eine ausgesprochene 4 m dicke Sprungschicht besass, in der die Temperatur um 11,6° C fiel. In der Sauerstoffkurve können wir ausser dem epilimnischen noch ein hypolimnisches Maximum in der 10 m-Tiefe notieren. Eine Wasseranalyse des Sees liegt nicht vor, doch kann man in der Litoralzone einen reichlichen Kalkgehalt vermuten, da die Pflanzen, besonders *Fontinalis*, in ihren submersen Teilen mit einer dicken Kalkkruste bedeckt waren. Vom reichlichen Humussäuregehalt zeugt die bräunliche Färbung des Wassers.

Dasselbe bestätigt auch der Bodenschlamm — Dygyttja — der hauptsächlich aus einer amorphen Substanz und nur wenig verfaulten Pflanzenteilen, meistens *Fontinalis*-Blättern, besteht und beim Kochen mit Kalilauge eine intensive kastanienbraune Färbung annimmt. Die eigene frische Färbung des Bodenschlammes ist in der Nähe des Ufers mehr grau, aber schon in 3,5 m Tiefe wird sie bräunlichrot. Diese Färbung wird der Tiefe entsprechend intensiver. In getrocknetem Zustande ist das Bodensediment schwarzbraun.

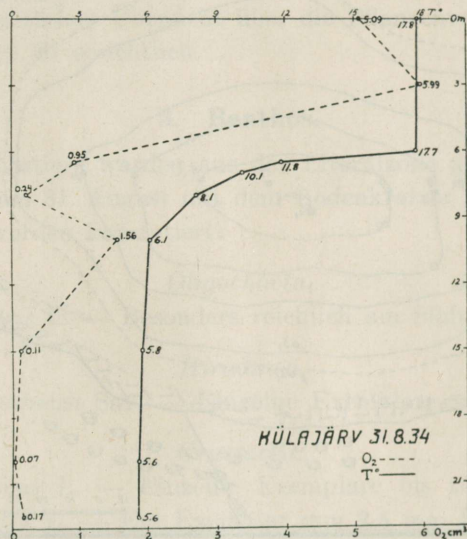


Abb. 2. Die Sauerstoff- und Temperaturkurven des Sees am 31. VIII 34.

Beim Sieben mit einem Siebe von 0,5 mm Maschenweite vermindert sich das Volumen der Sedimente kaum merkbar, und da das Sediment soweit locker ist, dass in grösseren Tiefen sogar Ekmans Bodengreifer von 60 cm Höhe bis zum Rande vollgepfropft wird, so ist der Rückstand der Probe sehr umfangreich.

2. Die Wasserpflanzen.

Von den Wasserpflanzen ist im See *Fontinalis* am reichsten vertreten und bildet in der ganzen Litoralzone bis zu 3,5 m Tiefe eine kontinuierliche und sehr dichte submerse Wiese. Grüne Zweige findet man aber auch in den aus 5,5 m und sogar von 10 m Tiefe genommenen Proben, in den letzteren sind sie wohl von

oben eingeschwemmt worden. Von höheren Pflanzen ist *Carietum* reichlich vertreten, der die West- und Nordwestufer des Sees umgürtet, wo ihm noch *Typha latifolia* und *Schoenoplectus lacustris*

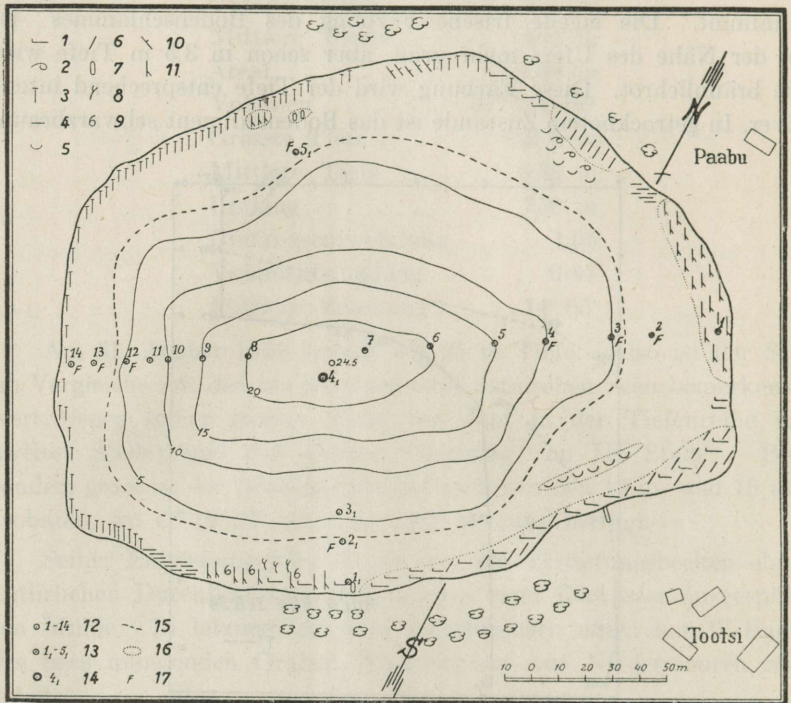


Abb. 3. Die Tiefen- und Pflanzenkarte des Sees. Erklärung: 1 — *Acorus calamus*, 2 — *Batrachium divaricatum*, 3 — *Carietum*, 4 — *Equisetum heleocharis*, 5 — *Myriophyllum spicatum*, 6 — *Phragmites communis*, 7 — *Polygonum amphibium* f. *natans*, 8 — *Potamogeton lucens*, 9 — *P. natans*, 10 — *Schoenoplectus lacustris*, 11 — *Typha latifolia*, 12 — Die Bodenschöpferproben am 17. VI 34. 13 — Dieselben am 31. VIII 34. 14 — Die Stelle, an der die Beobachtung über Temperatur und Sauerstoffgehalt gemacht wurden. 15 — Die Grenze der *Fontinalis*-Wiese, 16 — Die Grenze der Pflanzenbestände, 17 — Bodenschöpferproben mit grünem *Fontinalis*.

in kleineren Beständen zugemengt sind. *Phragmites communis* wächst in reinem Bestande am Nordufer, wo sich auch ein grösserer Bestand von *Typha latifolia* befindet. Am SO-Ufer wächst ein noch grösserer und dichter Bestand von *Acorus calamus*, untermischt mit *Phragmites communis*, sowie Bestände von *Typha latifolia* und *Equisetum heleocharis* mit wenigen *Phragmites*.

Überhaupt ist die höhere Vegetation am steileren Südufer am reichsten vertreten, wahrscheinlich wegen der von dort in den See eingeschwemmten Mineralsalze, während auf den flachen Ufern *Typha* durch *Caricetum* ersetzt wird, welcher Prozess nach örtlichen Angaben in den letzten Jahren besonders am Nordufer intensiv vorgeschritten sein soll. Die Schwimmpflanzen sind schwach vertreten. Es kommen nur wenige kleine Bestände von *Batrachium divaricatum* und *Myriophyllum spicatum* vor, am Südufer noch *Potamogeton natans* und *P. lucens*.

Eine eingehendere Übersicht über die Pflanzenverteilung ist aus der Seekarte (p. 8) ersichtlich.

3. Benthos.

Die Benthostiere wurden aus der Litoralzone und deren Pflanzenbeständen am 31. August mit dem Bodenkratzer gesammelt. Folgende Arten wurden konstatiert:

Oligochaeta.

Stylaria lacustris L. — Besonders reichlich am Südufer.

Hirudinea.

Herpobdella testacea Sav. — Einzelne Exemplare.

Crustacea.

Asellus aquaticus L. — Einzelne Exemplare bis zu 5,3 mm lang.

Gammarus pulex L. — Ein Exemplar von 2,5 mm Länge.

Ephemeroptera.

Cloeon simile Eat.

C. praetextum Bengtsson. — 4 Nymphen dieser seltenen Art am Ostufer, von 8—6 mm Länge.

Caenis horaria L. — Reichlich im ganzen Litoral.

Odonata.

Ischnura elegans v. d. Lind. Larven reichlich vorhanden.

Agrion sp. Larven reichlich.

Aeschna grandis L. Larven.

Leucorrhinea sp. Larven.

Leuc. caudalis Charp. Am 12. VI 34. Südufer. Leg. V. Voore.

Cordulia aenea L. Larven.

Libellula quadrimaculata L. Am 12. VI 34. Südufer. Leg. V. Voore.

Orthetrum cancellatum L. Ebenda.

Coleoptera.

Hygrotus versicolor Schall.
H. inaequalis F.
Noterus crassicornis Müll.
Ilybius fenestratus F.
Gyrinus minutus F.
Philydrus minutus F.
Laccobius biguttatus Gerh.
Stenus pallitarsis Steph. — Am Ufer laufend.

Trichoptera.

Cyrnus sp. Larven.
Oecetis furva Ramb. Larven.
Glyphotaelius punctatolineatus Retz. Larven.
Limnophilus politus Mac. Lachl. Puppen. Imagines in Massen auf den Uferpflanzen.

Hemiptera.

Gerris argentatus Schumm.
G. lacustris L.
Cymatia coleoptrata F. In grossen Mengen zwischen den Pflanzen.

Diptera.

Anopheles maculipennis Meig. 3 Larven am SO Ufer.
Chironomus Plumosus (?). 1 Larve von 4 mm Länge.
Coryoneura sp. Larven reichlich auf den Uferpflanzen und auf *Fontinalis*.
Bezzia sp.

Mollusca.

Succinea pfeifferi Rossm.
Lymnaea stagnalis L. f. *subulata* Westerl. In Mengen zwischen den Uferpflanzen.
Radix ovata Drap. Reichlich, besonders auf *Fontinalis*.
Galba palustris O. F. Müller. Reichlich am SO Ufer.
Bathyomphalus contortus L. (Leere Schalen).
Hippeutis complanatus Drap. Einzeln.
Valvata cristata Müll. Spärlich, doch überall zu finden.
Pisidium obtusale C. Pfeiffer. Einzeln.

Hydracarina.

Limnochares holosericea Degeer. Ausserdem noch andere unbestimmte Arten ziemlich reichlich am Ufer.

Im ganzen ist das Litoral artenarm, doch sind einige Arten sehr individuenreich vertreten (*Caenis horaria*, *Agrioninae* Larven, *Gerris* Arten, *Cymatia coleoptrata*, *Limnophilus politus*, *Lymnaea stagnalis*), was auf die einseitigen Lebensbedingungen in der Litoralzone hinweist. Charakteristisch ist auch das spärliche Vorkommen von *Asellus aquaticus* in Zwergexemplaren, was nach Borutzki (1929) eine reichliche Dystrophierung des Seewassers vermuten lässt, ebenso wie das reichliche Vorkommen von *Cymatia coleoptrata*. Das reichliche Vorkommen von Wasserkäfern, Odonatenlarven, *Lymnaea stagnalis* und *Galba palustris*, die zu den lenitischen Lebensformen gehören, charakterisiert den See als ein kleines Wasserbecken, in dem die Wellenwirkung gering ist. Im allgemeinen ist aber die Einwirkung der Humusstoffe auf die Organismen in der Litoralzone wohl gering, erstens wegen der relativ grossen Tiefe des Sees (Lönnérblad 1931 p. 8), zweitens wegen des Kalkreichtums des Oberflächenwassers, der hier wohl auf die Ausschwemmung der Kalksalze aus der kalkreichen Devonmoräne zurückzuführen ist und seinerseits bindend und hemmend auf die Humusstoffe wirkt und die Wirkung der H.-Ionen beeinflusst (Harnisch 1924, Skadovsky 1926 p. 133). So wird die Besiedelung der Litoralzone auch durch die den eutrophen Seen eigenen Arten ermöglicht. Als negatives Charakteristikum ist das Fehlen von *Bulimus tentaculatus* merkwürdig, ebenso die Armut an Chironomidenlarven.

Noch markanter wird aber die Eigenart des Sees, wenn wir die Analysen der Bodenschöpferproben betrachten. Die Proben wurden am 17. Juni und 31. August entnommen: im Juni 14 Proben mit 15×15 cm Ekman's Bodenschöpfer (auf der Karte 1—14), im August 5 Proben mit Ekman's Bodenschöpfer von 60 cm. Höhe und derselben Probefläche (auf der Karte 1₁—5₁). Die Analysen der Proben sind in der Tabelle Nr. 1. zusammengefasst.

Auf der Tabelle sieht man, dass die dominierende Mehrzahl der Tiere sich auf das Litoral oberhalb der 5,5 m Isobate konzentriert. Tiefer leben nur noch Oligochaeten und *Corethra*. So ist praktisch genommen nur die Litoralzone des Sees von Bodentieren bewohnt (siehe Abb. Nr. 4). Dasselbe bestätigen auch die im Herbst entnommenen Proben, die aber im allgemeinen ärmer an Organismen sind, da sie aus grösseren Tiefen stammen. In welchem Masse hier die allgemeine Verminderung der Organismen im See mitgewirkt hat, ist wegen der kleinen Zahl der Herbstproben nicht möglich zu ent-

scheiden. Als eine Ursache kann doch z. B. der Herbstflug von Chironomiden und *Caenis* gelten, da vor allen Dingen die Chironomiden in den Herbstproben spärlicher vertreten sind.

In den Sommerproben dominiert *Caenis horaria*, relativ konstant sind auch *Oligochaeta*, *Asellus aquaticus*, *Cordulia aenea*, *Cyr-*

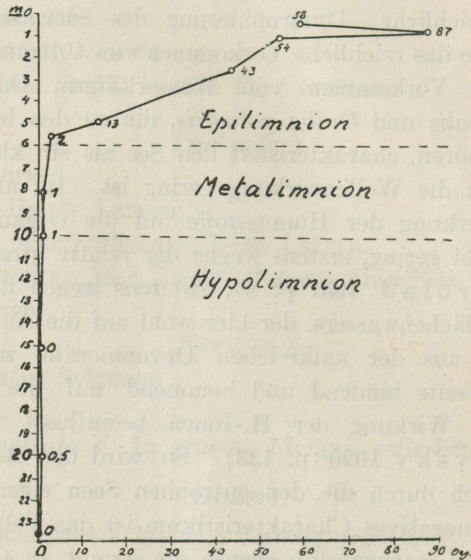


Abb. 4. Die Verteilung der Organismen nach der Tiefe in den Bodenschöpferproben am 17. VI 34.

mus Larven, *Lauterbornia*, *Paratanytarsus Lauterborni*, *Psectrocladius* und *Pelopia Monilis*. Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Paratanytarsus Lauterborni* und *Gammarus pulex*, was für günstige Sauerstoffverhältnisse in der Litoralzone spricht.

Beim Betrachten der Tabelle Nr. 1. bekommt man den Eindruck, dass der entscheidende Faktor bei der Zusammensetzung der Litoralzoozönose der Mangel an Nährstoffen (Gyttja) ist, weswegen hier alle in Bezug auf Nährstoffe anspruchsvollen Tiere fehlen oder sehr spärlich vorhanden sind.

Natürlich ist die Benthosproduktion des Sees niedrig, wenn man das begrenzte lebensstaugliche Areal des Sees in Betracht zieht, wo sogar noch einseitige Lebensbedingungen bestehen und selektierend auf die Zoozönose einwirken.

Analysen der Bodenschöpferproben.

Tabelle № 1		Sommerproben (17. VI 34)														Herbstproben (31. VIII 34)				
Tiere	Proben und Tiefen	No 1.	No 14.	No 2.	No 13.	No 3.	No 12.	No 11.	No 4.	No 10.	No 5.	No 9.	No 6.	No 8.	No 7.	No 1.	No 2.	No 3.	No 3.	No 4.
		0,40 m	1,00 m	1,50 m	2,75 m	5,00 m	5,50 m	8,00 m	10,00 m	10,00 m	15,00 m	15,00 m	20,00 m	20,00 m	23,50 m	0,50 m	3,00 m	3,50 m	5,50 m	23,50 m
Oligochaeta																				
<i>Stylaria lacustris</i> L. . .		3	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oligochaeta cetera</i> . . .		1	1	1	3	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	4	—	1	—
Crustacea																				
<i>Asellus aquaticus</i> L. . .		2	9	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
<i>Gammarus pulex</i> L. . .		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ephemeroptera																				
<i>Cloeon</i> sp.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Caenis horaria</i> L. . . .		33	24	17	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	2	—	—
Megaloptera																				
<i>Sialis</i> sp.		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Odonata																				
<i>Ischnura elegans</i> v. d. Lind		—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
<i>Cordulia aenea</i> L. . . .		1	5	8	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—
Trichoptera																				
<i>Cyrnus</i> sp.		4	3	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	—
<i>Limnophilus politus</i> Mac Lachl.		1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diptera																				
<i>Chironomus Salinaris</i> .		—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Endochironomus Signati-</i> <i>cornis</i>		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cryptochiron. Defectus</i> .		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Polypedium</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
<i>Lauterbornia</i>		—	2	2	10	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Paratanytarsus Lauter-</i> <i>borni</i>		3	4	3	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Psectrocladius</i>		3	22	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
<i>Coryoneura</i>		3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cricotopus</i>		—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pelopia Monilis</i>		1	6	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Tanytus</i>		—	5	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Bezzia</i>		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Corethra</i>		—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Hydracarina</i>		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Mollusca																				
<i>Hippeutis complanatus</i> Drap.		—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
<i>Valvata piscinalis</i> Müll.		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>V. cristata</i> Müll.		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
Insgesamt Arten 27 .		13	14	12	15	7	2	1	2	0	0	0	0	1	0	8	2	7	1	0
Insgesamt Individuen		58	87	54	43	13	2	1	2	0	0	0	0	1	0	21	3	14	1	0

Als Mittelwerte für die Besiedelungsdichte erhalten wir nach Tiefenzonen:

0—5 m —	2.273,3	Organismen pro m ²
5—10 m —	47,7	„ „ „
10—25 m —	8,9	„ „ „

Für den Sommer beträgt der durchschnittliche Mittelwert 830,3 Organismen pro m², für den Herbst 319,7, wobei auch die in geringer Abundanz vorkommende *Corethra* mitgerechnet ist. Auf Grund dieser Daten muss man den See fischwirtschaftlich als minderwertig einschätzen.

Entsprechend gering soll, nach dem Bericht des Seebesitzers, auch der Fischgehalt des Sees sein, demzufolge hier die Fische auch nur mit der Angel gefangen werden. Im See kommen folgende Fischarten vor:

Carassius vulgaris Nils.

Leuciscus rutilus L.

Perca perca L.

Esox lucius L.

Abramis brama L.

Es soll noch bis zum Jahre 1932 im See *Potamobius astacus* L. gelebt haben, der aber infolge eines Massensterbens fast völlig vernichtet worden sei.

4. Typenangehörigkeit.

Wegen seiner Lage in der Moränenlandschaft, seiner Beckenkonfiguration und seiner Uferpflanzenbestände müsste man den See dem eutrophen Typus zuschreiben. Andererseits aber weisen viele Faktoren, wie z. B. die braune Wasserfarbe, der aus Dy-Gyttja gebildete Bodenschlamm, die geringe Benthosproduktion, die einseitige Tierbevölkerung und eigenartige Sauerstoffregime auf Dystrophie hin. Am wahrscheinlichsten haben wir es hier mit einem alten Waldsee zu tun, was auch noch heutzutage reichliche Funde von Baumstämmen und Stubben, besonders an den N und NW Ufern des Sees, bestätigen. Aus dem Walde stammendes allochtones Holz- und Laubmaterial haben den Dyierungsprozess eingeleitet, und das Humuswasser aus den naheliegenden Niedermooren brachte seinen Teil hinzu. Das so entstandene Dy häuft sich immer mehr und mehr auf dem Seeboden an und neutralisiert die eutrophierende Wirkung der vorhandenen Mineralsalze. Diese Wirkung ist heutzutage nur

noch in der Litoralzone schwach zu erkennen, wo die aus den steilen Uferpartien eingeschwemmten Mineralsalze zur Wirkung gelangen und die Entwicklung der höheren Wasserpflanzen fördern. Der Dyierungsprozess setzt sich hauptsächlich auf Kosten der durch die Gräben einströmenden Humusstoffe fort, die besonders leicht im Sommer im warmen ruhigen Wasser abgesetzt werden.

Es hat also den Anschein, als ob der See im jetzigen Stadium seiner Lebensgeschichte aus zwei, verschiedenen Typen angehörenden Seen zusammengesetzt wäre: oben die schwach eutrophe Zone von 5 m Tiefe, in der das Benthos durch *Lauterbornia* und *Paratanytarsus Lauberborni*, mit spärlichem *Chironomus Salinarius* und *Caenis horaria* charakterisiert ist, unten das dystrophe Becken von 5—25 m Tiefe, das nur von einigen Oligochaeten und Corethralarven besiedelt ist. Ungeachtet dessen, dass die Seewasseranalysen fehlen, können wir auch aus den vorhandenen Beobachtungsdaten höchst wahrscheinlich über die vertikale Heterotrophie des Sees schliessen, was als eine Kombination von eutrophen und dystrophen Typus besonders merkwürdig sein darf.

Beim charakterisieren der mixotrophen und mesotrophen Seetypen schreibt Lastočkin (1931): „Ob solche Kombinationen zwischen den eutrophen und dystrophen Typen möglich sind oder nicht, kann man nach der Literatur nicht genau sagen.“ (p. 568). Da Lastočkin nicht mit solcher Kombination gerechnet hat, passt auch unser See nach manchen Merkmalen, wie z. B. das Fehlen vom Durchfluss, verhältnismässig grosse Tiefe u. s. w., nicht gut in die Schema seinen mixotrophen Seen.

Als solch ein Mischtypus ist der See höchst eigenartig und einzigdastehend in der Reihe der bis jetzt untersuchten estländischen Seen. Wenn der See sich in derselben Richtung weiterentwickeln würde, müsste er beim Fortbestehen der konservativen Bodenverhältnisse die jetzige mesohumose Stufe überwinden und das polyhumose Stadium erreichen, welcher Prozess aber, wenn man die relativ grosse Tiefe des Sees in Betracht zieht, doch reichlich viel Zeit in Anspruch nehmen würde.

5. Die Sukzessionsfrage.

Es wäre hier am Platz die Frage der Sukzession der Seetypen kurz zu berühren. Deksbach (1928) behandelt als erster in der limnologischen Literatur eingehender die Möglichkeit der Ent-

wicklung eines dystrophen Sees aus einem eutrophen. Er zitiert die Arbeit von Williams über die Verlandung der russischen Seen und bringt auch seine eigenen Beobachtungsdaten über die in der Niederung Meschtschera im Gouvernement Rjasan gelegenen Seen.

In seinen Beispielen handelt es sich um Seen, bei denen meistens ein Ufer vom Hochmoor gebildet wird, oder der Dyierungsprozess durch einströmendes Humuswasser bedingt wird. Er führt diese Seen als eigenartiges Beispiel an und behauptet, die Möglichkeit solcher Sukzessionen sei für die mittlrussischen und auch nordrussischen Verhältnisse (Karelische Republik) typisch und komme hier oft vor (l. c. p. 80.).

Einige Angaben hinsichtlich dieser Frage können wir auch in der Alluvialgeologie des estnischen Gebietes finden. So macht uns Thomson (1929) in seiner Arbeit über die Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands mit sieben Profilen von Moor- oder Seeablagerungen bekannt, in denen die sedimentstratigraphische Schichtung die spätere Dyierung eines eutrophen Sees, also die Sukzession eu-dys bestätigt. Es handelt sich um folgende Lokalitäten:

1. Klooga See

Dy
Gyttja
Kalkgyttja
Ton

2. Männiku See

Dy
Detritusgyttja
Gyttja
Kalkgyttja
Bleke
Ton

3. Tähtvere Moor

Dy
Gyttja
Ton

4. Irboska Niedermoor

Dygyttja
Tongyttja
Ton

5. Torgu Moor

Dy
Kalkgyttja

6. Laitse Hochmoor

Dy
Detritusgyttja
Gyttja
Ton

7. Vääna Hochmoor

Dy
Gyttja
Kalkgyttja
Ton

Wir sehen, dass den Sedimenten von eutrophen Seen, wie Kalkgyttja und Gyttja, vor dem Verlandungsprozess immer Dy folgt, was auch ganz natürlich ist, da wir uns ja sonst die Entstehung

eines Hochmoors an Stelle eines verlandeten Sees nicht leicht vorstellen könnten. Dr. Thomson selbst ist der Meinung, dass solch ein Entwicklungsgang den meisten unseren Seen eigen ist, und dass der dystrophe Seetypus in der Moränenlandschaft normal aus dem eutrophen Typus entsteht.

So erhält die Sukzession eu-dys eine weit grössere Bedeutung, als ihr bis jetzt in der limnologischen Literatur eingeräumt worden ist, und man könnte die Behauptung aufstellen, dass eine derartige Sukzession im baltischen Gebiet keine Ausnahme, eher wohl die Norm ist.

Man muss jedoch entschieden eine ablehnende Stellung der Behauptung des schwedischen Limnologen Lönnerblad (1931) gegenüber einnehmen, der in der Dystrophie ein Anfangsstadium der Entwicklungsgeschichte des Sees sieht, wobei die später, besonders in den Kulturlandschaften eintretende neutrale Reaktion durch die im zuströmenden Wasser befindlichen und aus dem Bodenmaterial ausgelaugten Mineralsalze bedingt wird (l. c. p. 17). Er will auf diese Weise die Frage, warum Mitteleuropa so arm an dyierten Gewässer sei, beantworten. Er hält also die Sukzessionen dy-eu oder sogar dy-oligo, die bis jetzt in der Natur kaum konstatiert worden sind, für normal. Die in der Fachliteratur angeführten Fakta dürften jedoch genügen, um zu beweisen, dass solche Sukzessionen unter natürlichen Bedingungen als Norm unmöglich sind *). Wir wissen ja, dass die Dyierungsmöglichkeit eines Sees das Dasein von Humusstoffen voraussetzt. Letztere sind aber organischen Ursprungs und stammen gewöhnlich aus Mooren und Sümpfen in der Umgebung der Seen, wie es auch Lönnerblad selbst in betreff der süd-schwedischen Seen bestätigt (l. c. p. 17). Es wäre natürlicher die Armut Mitteleuropas an dystrophen Seen durch die klimatischen Bedingungen zu erklären, die dort vor allen Dingen die Bildung der

*) Im Moränengebiete können abweichende Sukzessionen wohl in kleinen Seen, hauptsächlich Waldseen, vor kommen, welche in Kulturlandschaften nach der Waldvernichtung sekundär eutrophiert werden. Aber auch in solchen Fällen ist die primäre Eutrophie konstatierbar. So finden wir z. B. in dem Raadi See (Areal 4,93 ha, grösste Tiefe 6,25 m.) bei Tartu folgende sediment-stratigraphische Schichtung:

Gyttja
Dygyttja
Laubdy
Tongyttja

Hochmoore nicht begünstigen, weswegen grössere „Huminsäurebehälter“ aus dem Binnengewässersystem ausgeschieden werden. Es ist jedenfalls bedenklich zu behaupten, dass diejenige Sukzessionsstufe, die im baltischen Gebiete wie auch in Mittlerrussland die letzte ist, in Mitteleuropa z. B. die erste sein soll.

Zitierte Literatur.

Borutzki, E. W., 1929. Crustacea-Malacostraca водоемов Мещерской низменности p. 29—36.

Ref. Crustacea-Malacostraca der Gewässer der Meschtschera-Niederung. p. 37—39. Труды косинской биол. станции 9.

Deksbach, N. K., 1928. Über verschiedene Typenfolgen der Seen. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XX p. 65—80.

— 1928. Донное население озер Мещерской низменности, Рязанской губернии. К вопросу об их типологии. p. 87—125. Ref. Die Bodenbevölkerung der Seen der Meschtschera-Niederung, Gouv. Rjasan, Zentralrussland. Zugleich ein Beitrag zur Typologiefrage. p. 126—135. Труды косинской биол. станции 7—8.

Haberman, H., 1934. Vellavere Külajärvest. Eesti Loodus No 5. p. 103—106.

Harnisch, O. 1924. Einige Gesichtspunkte zum Verständniss der Fauna der Humusgewässer. Verhandl. Int. Ver. f. theor. u. ang. Limnologie II. p. 332—340.

Lastockin, D., 1931. Beiträge zur Seetypenlehre. Arch. f. Hydrobiol. Bd. XXII p. 546—578.

Lönnnerblad, Georg, 1931. Über den Sauerstoffhaushalt der Dystrophen Seen. Lunds Univ. Arsskrift N. F. Avd 2. Bd 27. No 4. Separ. p. 1—53.

Riikoja, H., 1930. Zur Morphometrie einiger Seen Eestis. T. Ü. Loodusuurijate Seltsi Aruanded XXXVII (1—2). p. 115—201.

Skadowsky, S. N., 1926. Über die aktuelle Reaktion der Süßwasserbecken und ihre biologische Bedeutung. Verhandl. Int. Ver. f. theor. u. ang. Limnologie III p. 107—143.

Thomson, P. W., 1929. Die Regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. Acta et Commentationes Univ. Tartuensis A. XVII 2., Sep. p. 1—88.

Vinkel, R., 1934. Vellavere Külajärve planktonist ja kaldafaunast. Eesti Loodus No 5. p. 106—109.



Photo des Verfassers IX 1935.

Abb. 5. Ansicht der Westspitze des Sees während des hohen Wasserstandes.
Im Vordergrund links sieht man den Wasser zuleitenden Graben.

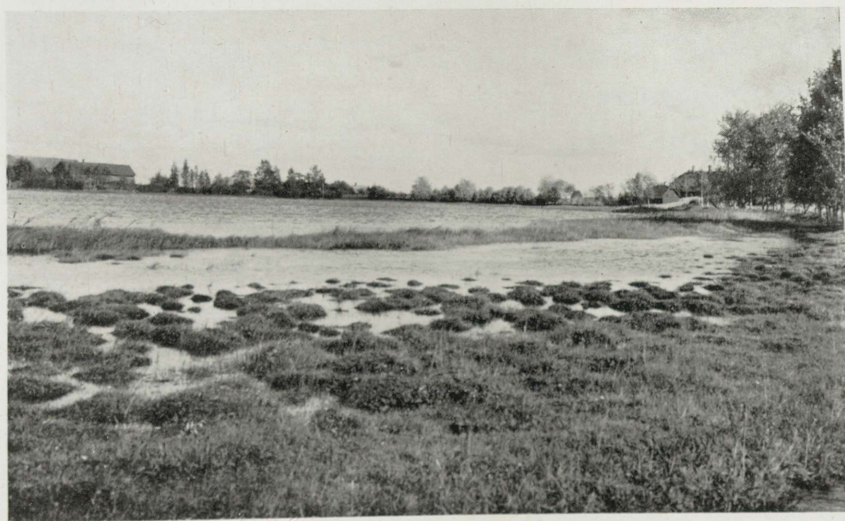


Photo des Verfassers IX 1935.

Abb. 6. Ansicht des Südufers des Sees. Im Vordergrund das überschwemmte Ufer. Die übliche Uferlinie markieren aus dem Wasser hervorragende Pflanzenbestände.

1

TÜ RAAMATUKOGU



10300015856422

0.50

Est.

A-5695

20768