

KÖNNEN DIE SÜDFINNISCHEN
SEEN VERMITTELS DER
UMGEBENDEN VEGETATION UND
FLORA BONITIERT WERDEN?

VON

DR. K. J. VALLE

DOZENT AN DER UNIVERSITÄT TURKU

ZUR EINLEITUNG.

Produktivität der Gewässer. Die jüngste limnologische Forschung hat sich u.a. der Aufklärung der Produktionsbiologie der Gewässer zugewandt und festgestellt (NAUMANN 1917, 1918, 1919, 1921 usw.), dass es unter den Gewässern zwei extrem verschiedene Produktionstypen gibt: 1) eutrophe, deren biologischer Indikator die als Vegetationsfärbung zutage tretende hohe Phytoplanktonproduktion und der daraus folgende hauptsächlich aus autochthonem, planktonem Detritus gebildete Bodenschlamm, der sog. *Gyttja* ist; 2) oligotrophe, in denen wegen der geringen Phytoplanktonproduktion kaum Vegetationsfärbung vorkommt, und der Bodenschlamm in der Hauptsache durch von den umliegenden Mooren und Heiden herrührenden, aus allochthonem Humusdetritus bestehenden *Dy* gebildet wird. — Jedoch gibt es unter den Gewässern nicht nur diese beiden extremen Typen, sondern auch zahlreiche Übergangsformen, bei denen z.B. bis zu einem gewissen Grade Vegetationsfärbung auftritt oder deren Bodenschlamm eine Zwischenform, sog. *Dygyttja* ist. Solche Gewässer habe ich (VALLE 1927) mesotroph genannt.

Es hat sich herausgestellt, dass die Grundverschiedenheit dieser Gewässer darauf beruht, dass in eutrophen Gewässern der Elektrolytgehalt, also der Nahrungsreichtum, gross, in oligotrophen dagegen sehr gering ist. Dies rührt wiederum vom geologischen Bau der Umgebung insofern her, als der die eutrophen Gewässer umgebende Felsgrund und Erdboden reichlich Mineralsalze und basische, kalkhaltige Stoffe enthält, während andererseits in den Gegenden der oligotrophen Gewässer mineralsalzärmer sowie saurer Erdboden und Felsgrund vorherrscht.

Auch in unserem Lande schwanken Elektrolytenreichtum und Sauerkeit merklich, so dass man schon im voraus annehmen darf, dass auch die Produktivität unserer Gewässer variiert. So ist darauf aufmerksam gemacht worden (NAUMANN 1924), dass die inneren Teile Süd- und Mittel-Finnlands mit ihren Moränen- und Torfablagerungen in der Hauptsache Gebiete oligotropher, die Küstengegenden mit ihren Tonablagerungen dagegen in der Hauptsache solche eutropher Gewässer darstellen dürften. Die genauere Untersuchung zeigt jedoch, dass auch in diesen Hauptgebieten bedeutende Schwankungen in bezug auf die Fruchtbarkeit vorkommen, die in der Hauptsache gerade von dem Wechsel des lokalen Mineral-salzgehaltes und der Sauerkeit des Felsgrundes und der Bodenarten abhängen, welcher Umstand es mit sich bringt, dass die Produktivität des Erdbodens und dadurch möglicherweise auch die der Gewässer verschieden ist.

Vom praktischen Standpunkt aus betrachtet ist es unter diesen Umständen ganz besonders wichtig festzustellen, ob die Produktivität der Umgebung der Gewässer schon auf den ersten Blick in einem gewissen Grade zutage tritt, und ob diese als solche schon etwas über die Produktivität der Wässer selbst besagt, oder mit anderen Worten, ob es ausserhalb der Gewässer selbst Indikatoren gibt, die schon vor produktionsbiologischen Untersuchungen Hinweise auf die Produktivität der fraglichen Gewässer geben.

Pflanzentopographische und floristische Bonitierung des Pflanzenstandorts. Unser berühmter Pflanzen-geograph Professor CAJANDER hat darauf hingewiesen (1913 S. 14), dass an biologisch (ökologisch) gleichwertigen Standorten derselbe Pflanzenverein sich ausbilden muss, und dass alle diejenigen Standorte, wo derselbe Pflanzenverein herrscht, unter sich biologisch (ökologisch) gleichwertig sind. Hiernach kann man auf Grund eines Pflanzenvereins ziemlich genau die Pflanzenstandorte abschätzen oder bonitieren, oder mit anderen Worten: die Vegetation eines Pflanzenstandortes ist der natürliche Indikator für dessen Beschaf-

fenheit, z. B. für seine Produktivität oder Fruchtbarkeit. CAJANDER hat von unseren Pflanzenvereinen die Wälder (z. B. 1909, 1916, 1917, 1921) nach ihrer Produktivität klassifiziert und nennt deren verschiedene Gruppen Waldtypen, die durch die Gesamtzusammensetzung ihrer Untervegetation und durch mehrere, zwar in wechselnder Menge, aber doch immer oder fast immer bezw. sehr häufig auftretende »Leitpflanzenarten« charakterisiert werden (CAJANDER 1909 S. 94). Später durchgeführte Untersuchungen haben dann erwiesen, dass ein jeder dieser Waldtypen in Hinsicht auf die wichtigsten Mineralstoffe des Erdbodens (VALMARI 1921), die Sauerkeit (AALTONEN 1925), die Wachstumsverhältnisse der Bäume (ILVESSALO 1920 und 1921) und die Zahl der Gefässpflanzenarten (LINKOLA 1917 und ILVESSALO 1922) eine bestimmte Bonität des Pflanzenstandortes repräsentiert. — Ebenso hat CAJANDER unsere Moore in Mooretypen gruppiert (1913 und 1916), deren verschiedene Bonität sich u. a. darin zeigt, dass sie entwässert, sich nach einem bestimmten Waldtyp hin entwickeln und zuletzt in diesen übergehen (TANTTU 1915).

Es hat sich auch gezeigt, dass vor allem die Waldtypen in den verschiedenen Teilen unseres Landes bezirksweise auf besondere Weise sich gruppieren (z. B. CAJANDER 1916, LUKKALA 1919 und LINKOLA 1922), indem auf einigen Gebieten ergiebige, an anderen unergiebige Waldtypen vorherrschen als Beweis für die verschiedenartige, hauptsächlich von der geologischen Bodenbeschaffenheit herrührende Produktivität des Erdbodens. Die Untersuchungen ergaben ferner (l.c.), dass viele Waldpflanzenarten nur in den üppigsten Waldtypen gedeihen und am häufigsten dort vorkommen, wo jene allgemein sind, d. h. in sog. Hainzentren. Ausserdem hat man beobachtet, dass in solchen Gegenden auch andere Pflanzenvereine, wie Moore, Wiesen usw. zu üppigeren Typen als in anderen Gebieten gehören, und dass auf diesen, ebenso wie auf Felsen, Ufern, im Wasser usw. Pflanzen guten Erdbodens wachsen, die an entsprechenden Standorten auf schlechterem Boden nicht fortkommen könnten, besonders nicht in unergiebigen Wasserscheidegegenden. Unter diesen Umständen scheinen Vegetation und Flora gute

Indikatoren für die Produktivität des Pflanzenstandortes zu sein und, wenn auch eine indirekte, so doch immerhin eine praktische Handhabe zur Bonitierung des Bodens einer Gegend zu erbieten.

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.

Von den vorstehend besprochenen Untersuchungen ausgehend, habe ich festzustellen versucht, in welchem Masse die Produktivität der südfinnischen Seen und insbesondere ihre Bodentierproduktion mit einer auf Grund von Vegetation und Flora bewerkstelligten Bonitierung der Umgebungen in Übereinstimmung steht. Zu diesem Zwecke habe ich u.a. quantitative Bodenfaunauntersuchungen in gewissen südfinnischen Seengegenden durchgeführt, nämlich im Staatsforst Evo im Kirchspiel Lammi, im Sommer 1920 (VALLE 1924), in Grenz-Karelien in den Kirchspielen Jaakkima, Sortavala, Harlu und Suistamo in den Sommern 1921, 1923 und 1924 (VALLE 1927 und 1928) sowie in Süd-Karelien in den Kirchspielen Jääski und Kirvu in den Sommern 1926 und 1927, während ich gleichzeitig mit Hilfe von Vegetation und Flora die Bonität der Umgebungen dieser Seen beobachtet habe. Im folgenden werde ich eine Zusammenfassung der Hauptresultate meiner Untersuchungen vorlegen.

Der Staatsforst Evo ist in verhältnismässig unergiebigere Wasserscheidegegend belegen. Seine mittleren Teile, in denen die untersuchten Seen liegen, sind fluvioglaziales Os- und Sandgebiet. Die vorherrschende Vegetation besteht aus trockenem Heidewald vom *Calluna*- und *Vaccinium*-Typ, in den dazwischenliegenden Senken aus verschiedenerlei Reisermooren. Nur in frischen Senken trifft man Wald vom *Myrtillus*- und von dem üppigeren *Oxalis-Myrtillus*-Typ, sogar *Oxalis-Majanthemum*-Haine mit einigen anspruchsvollen Hainpflanzen, aber nur an den Abhängen einiger Osrücken. Die Anbauflächen der Gegend sind ganz unbedeutend.

Untersuchte Seen (Näheres: VALLE 1924):¹

Seen	Vegetation der Umgebung	Flora d. Umg.	Wasser in dicken Schichten	Bodenschlamm	Bodenfauna	
					Zeit	Zahl pro qm
Ylimm. Rautjärvi .	VT u. CVT dominierend, weniger Reisermoore und Brüche	Anspr.-volle Arten fehlen	Trüb, rotbraun	Dünne D-Schichten auf Sand	17-20/7 20	8
Valkea-Mustajärvi .	VT, weniger CT u. MT domin., Reisermoore u. Brüche	Ebenso	Verhältnm. klar, olivengelb	D-artige Sch:n auf Sand o. Grus	9-10/7 20	10
Iso Mustajärvi	CT dominierend, Reisermoore	Ebenso	Sehr trüb, stark rotbraun	Dicke D-Schichten	7/8 20	arm 2
Kaitalampi	MT domin., weniger VT u. OMT, am Rande Reisermoor	Ebenso	Verhältnm. trüb, rotbraun	Dicke D-Schichten	8-22/7 20	26
Syrjäanalunen	VT domin., weniger CT u. MT, Reisermoore	Ebenso	Sehr klar, gelbgrün	Dicke Dg-artige Schichten	31/7 20	96
Hautajärvi	VT u. MT domin., Hanghaine v. O Maj T wenig Reisermoore u. Brüche	Viele Hainpflanzen	Sehr trüb, stark rotbraun	Dicke D-artige Schichten	24-27/7 20	206
Onkimajärvi	VT u. CT domin., Reisermoore u. Brüche	Anspr.-volle Arten fehlen	Sehr trüb, stark rotbraun	Dicke D-artige Schichten	2-6/8 20	c. 320

Von den untersuchten Seen sind der Ylimmäinen Rautjärvi, Valkea-Mustajärvi, Iso Mustajärvi und Kaitalampi typische oligotrophe Seen. Soweit ich Gelegenheit hatte weitere Seen dieses Gebietes zu sehen, dürften die meisten von derselben Art sein. Bemerkenswert ist die besonders niedrige Bodentierproduktion der zwei erstgenannten Seen. — Der kleine Quellsee Syrjäanalunen nähert sich hinsichtlich seines Bodenschlammes und seiner Bodentierproduktion den mesotrophen Seen, da er von den Mooren keinen humushaltigen Zufluss erhält. — In seinem Charakter abweichend ist der Hautajärvi und vor allem der Onkimajärvi. In bezug auf den erste-

¹ In den Tabellen bedeutet: CT *Calluna*-Typ, VT *Vaccinium*-Typ, CVT *Calluna-Vaccinium*-Typ, MT *Myrtillus*-Typ, OMT *Oxalis-Myrtillus*-Typ, PT *Pyrola*-Typ, O Maj T *Oxalis-Majanthemum*-Typ, AT *Aconitum*-Typ; G Gytjtja, D Dy, Dg Dygyttja.

² Nicht quantitativ untersucht.

ren habe ich gezeigt, dass der Hauptgrund für die bedeutende Bodentierproduktion die Fruchtbarkeit der ihn umgebenden Osabhänge sein muss, was sich in der Hainvegetation mit ihren anspruchsvollen Pflanzenarten zeigt. Der wenigstens zeitweise über den See führende Winterweg, auf dem der Verkehr sehr gering sein dürfte, wird kaum bemerkenswert düngend auf den ganzen See einwirken. Der Onkima-järvi wiederum ist deshalb merkwürdig, weil ein grosser Kontrast zwischen der Produktivität der Umgebung und der des Sees selbst herrscht: die Umgebung besteht zum grössten Teil aus sterilen Heiden, während der See seinerseits hinsichtlich seiner Produktivität, besonders in bezug auf die Art seiner Bodenfauna, sich den eutrophen Seen nähert. Ausser den in den Tabellen aufgeführten Umständen sei ferner bemerkt, dass in der Bodenfauna des Sees die *Chironomiden*-Larven der *Plumosus*-Gruppe und die *Culicoides*-Larven vorherrschen, und dass die Hauptformen des Zooplanktons *Rotatorien* wie in eutrophen Gewässern (NORDQVIST 1921) sind. Die Eutrophierung dieses Sees wird durch das in diesem See gewaltig betriebene Flachsrösten verursacht, das diesen ganzen kleinen See sekundär düngt.

Die Seengebiete von Grenz-Karelien. Zwecks vergleichender Bodenfaunauntersuchungen wählte ich unter den vorgenannten Kirchspielen vier in verschiedenartigen Landschaften liegende Seegebiete, die im folgenden einzeln beschrieben werden (Näheres: VALLE 1928).

Das Tongebiet von Kuokkaniemi-Sortavala gehört zu den fruchtbarsten Gegenden Süd-Finnlands, zum Hainzentrum von Sortavala, wo kleine Tonebenen mit teilweise basische, kalkhaltige Gesteinsarten enthaltenden Felsen abwechseln. Wenn man von den Felsenflächen absieht, sind die vorherrschenden Wälder frisch, teilweise hainartig vom *Myrtillus*-, *Oxalis-Myrtillus*- und *Pyrola*-Typ. Haine, zum Teil vom fruchtbaren *Aconitum*-Typ, sind an vielen Stellen allgemein. Moore fehlen fast gänzlich. Halbkulturvegetation wird durch die fruchtbaren Hang- und Hainwiesen repräsentiert. In den Hainen, auf den Wiesen, an den Ufern und auf den Hainfelsen gibt es viele anspruchsvolle Arten. Die Anbauflächen sind verhältnismässig ausgedehnt.

Untersuchte Seen:

Seen	Vegetation der Umgebung	Flora d. Umg.	Wasser in dicken Schichten	Bodenschlamm	Bodenfauna		
					Zeit	Zahl pro qm	Gewicht kg pro ha
Pitkäjärvi	OMT u. MT domin., nicht Haine, Kulturböden	Einige Hainpfl. in Bach-tälern	Verhältnm. trüb, gelb- bis graugrün, Veget.-fbg.	Grobdetr.-G. auf sand. Ton	11-13/6 23	240	69.76
Hympö-länjärvi	OMT domin., weniger MT, Haine v. AT gemein, ausged. Kulturböden	Zahlr. anspr.-volle Hain-, Wies.- u. Hainfels-pfl.	Trüb, rost-braun bis st. rot-braun, Veg.-fbg.	Feindetr.-G. auf sand. Ton	26/5-1/6 23	240	11.04
Kuokka-järvi	MT domin., weniger PyT u. OMT., wenig Haine, ausged. Kulturböden	Viele Hainpfl.	Trüb, gräul. bis gelbgrün, Veg.fbg.	Feindetr.-G. auf Ton	5-7/6 23	269	6.82
Lavijärvi	OMT domin., weniger MT, wenig Haine, Kulturböden	Einige Hainpfl.	Verhältnm. trüb. oliv.- bis graugrün, Veg.-fbg.	Ebenso	8-10/6 23	277.6	6.55

Alle untersuchten Seen des Gebietes sind zum eutrophen Produktionstyp zu rechnen. Die auffallende Verschiedenheit des Gewichtes der Bodentiere bei beinahe gleicher Anzahl beruht auf dem verschiedenen Gewicht der Tierindividuen. Das Gesamtgewicht ist nämlich dort am grössten, wo es reichlich grosse *Plumosus*-Larven gibt. — Soweit ich Gelegenheit hatte weitere Seen der Gegend zu sehen, hatten diese eutrophen Charakter.

Die Felsengegend von Kirjavalahi-Pötsövaara. Auch in diesem Gebiet, das ebenfalls zum Hainzentrum von Sortavala gehört, und dessen Felsigkeit besonders gross ist, besteht der Felsgrund zum Teil aus basischen, Kalkvorkommnisse enthaltenden Gesteinsarten, die Bodenart in der Hauptsache aus blockreicher, toniger Moräne, weniger aus Ton. Den Hauptteil der Wälder bilden, mit Ausnahme derjenigen auf Felsenflächen, frische Wälder vom *Oxalis-Myrtillus*- und *Myrtillus*-Typ. Kleine Haine, meist vom *Aconitum*-Typ, finden sich überall. Moore, hauptsächlich Brüche und braun-

moorartige, offene Moore, die in Torfbodenwiesen umgerodet sind, gibt es wenig. Pflanzenarten ergiebigen Bodens findet man ausser in den Hainen auch an den Seeufern und den steilen, südbergartigen basischen Felswänden. Die Anbauflächen sind geringfügig.

Untersuchte Seen:

Seen	Vegetation der Umgebung	Flora d. Umg.	Wasser in dicken Schichten	Bodenschlamm	Bodenfauna		
					Zeit	Zahl pro qm	Gewicht kg pro ha
Leppäsenlampi Ryttyjärvi	OMT, einige Haine, Kulturböden OMT u. üpp. VT domin., Haine selten, wenig Kulturböden	Einige Hainpfl. Mehrere Hainpfl. u. einige Hainwiesenpfl.	Klar Ziemi. bis recht klar, rost-bis braungelb	Dg. auf Ton Dg-artig auf sand. Ton	30/7 21	sehr reichl.	— ¹
					9-10/7 23	233.8	6.79
Riukupohja	OMT u. MT domin., Kulturböden unbedeutend	Viele Hainpfl.	Trüb, gräulich rost-braun, Veget.-trübg.	Schw. humif. D. auf sand. Ton	27/6 23	168.3	4.32
Ristijärvi	OMT u. MT domin., viele Haine, einige Kulturböden	Viele Hainpfl. u. einige anspr.-volle Fels- u. Uferpfl.	Verhältnm. klar bis ziemi. trüb, rostbraun	Schw. humif. D. auf sand Ton	18/6-7/7 23	148.5	3.79
Haukka-järvi	MT domin., weniger OMT, üpp. VT u. Haine vom AT., einz. Kulturböden	Einige Hain u. Hainfelpfl.	Recht klar bis sehr klar oliv.-gelb bis oliv.-braun	Dg auf sand. Ton	8/7 23	133.3	2.12
Helmijärvi	MT domin., weniger OMT, kleine Haine, einige braunmoorart. Moorwiesen, unbedeut. Kulturböden	Viele Hain- u. einige Hainfelpfl.	Sehr klar, grün	Dg. auf tonig. Grus	17-18/8 23	58	1.96

Alle Seen dieses Gebietes kann man wohl zu dem mesotrophen Produktionstyp rechnen. Unter ihnen nähert sich jedoch der Leppäsenlampi dem eutrophen Typ; so bilden auch die *Plumosus-*

¹ Nicht quantitativ untersucht.

Larven die Hauptfauna seines Bodens. Den eutrophen Seen des vorgenannten Gebietes ist hinsichtlich der Bodentierproduktion auch der Ryttyjärvi vergleichbar. Eine auffallend niedrige, den oligotrophen Seen vergleichbare Produktivität weist der tiefe, klarwässrige Quellsee Helmijärvi auf.

Das Os- und Sandgebiet von Leppäsyvä-Uuksujärvi. In diesem Gebiet bedeckt fluvioglazialer Osgrus und Sand beinahe gänzlich den darunter liegenden, wahrscheinlich wechselnden Felsgrund. Die Wälder sind in der Hauptsache trocken zum *Calluna-* und *Vaccinium-*Typ gehörige Heidewälder, nur in frischen Senken gibt es Wälder vom *Myrtillus-*Typ. Moore, hauptsächlich

Untersuchte Seen:

Seen	Vegetation der Umgebung	Flora d. Umg.	Wasser in dicken Schichten	Bodenschlamm	Bodenfauna		
					Zeit	Zahl pro qm	Gewicht kg pro ha
Salmenjärvi	CT u. VT domin., wenig MT, einige hainart. Ufergebüsch, etw. Moorwiesen	Einige halb anspr.-volle Hainpfl.	Trüb, stark rotbraun	St. humif. D auf Sand o. Grus	19-23/7 23	28.4	1.20
Saarijärvi	CT u. VT domin., wenig MT, OMT u. Hainbrüche, vereinz. Reisermoore	Einige anspr.-volle Pfl. d. Hainbrüche u. Ufer	Klar bis trüb, gelb- bis rotbraun	D auf Sand o. Grus	14 16/7 23	30	1.71
Ala-Syväjärvi	VT domin., weniger CT u. MT, hainartige Ufergebüsch, Moorwiesen	Einige halb anspr.-volle Hainpfl.	Ziemi. klar bis klar, bräunlich gelb	Dg-artig. auf Sand o. Grus	23/7 23	46.7	— ¹
Valkiajärvi	CT domin., weniger VT u. MT, Reisermoore	Anspr.-volle Pfl. fehlen	Sehr klar, gelbgrün bis grün-gelb	Dg auf Sand	17/7 23	196.7	6.42
Polvijärvi	CT domin., weniger VT u. MT, Reisermoore u. Brüche	Einige ziemi. anspr.-volle Ufer- u. Moorpfl.	Ziemi. bis sehr klar, bräunlich gelb bis oliv.-gelb, bisw. Veg. trübg	Schw. humif. D auf Sand	18/7 23	483.3	26

¹ Gewichtszahlen fehlen.

Reisermoores, weniger Brüche und Weissmoorwiesen, sind allgemein. Nur an der Westgrenze des Gebietes befindet sich auf dolomitischen Felsenuntergrund ergiebiger Vegetation, darunter Haine, braunmoorartige Wiesen und Hainbrüche. Anspruchsvolle Floraelemente zeigen sich jedoch hier und da auch in den mittleren Teilen des Gebietes, in der Hauptsache nur als Ufer- und Wasserflora. Die Anbauflächen sind ganz unbedeutend.

Die Seen des Gebietes gehören teils zum oligotrophen, teils zum mesotrophen Produktionstyp, zum ersteren dann, wenn die Seen Zufluss aus Moorgegenden haben, zum letzteren, falls die Seen zuflusslose Quellseen sind. Oligotroph sind somit der Saarijärvi und der Salmenjärvi, deren Bodentierproduktion sehr gering ist. Mesotrophe Seen stellen der wegen seiner niedrigen Bodentierproduktion den oligotrophen Seen nahestehende Ala-Syväjärvi, sowie der Valkiajärvi und der Polvijärvi dar. Der letztgenannte stellt seiner ungewöhnlich hohen Bodentierproduktion und seiner üppigen, submersen Wasservegetation wegen, trotzdem er in einer unfruchtbaren Umgebung liegt, auf den ersten Blick einen widerspruchsvollen Fall dar, aber in der Flora seines Ufermoores trifft man Pflanzen zum Teil besseren, zum Teil sogar kalkhaltigen Bodens, die gemeinsam mit der Wasservegetation auf möglicherweise im tieferliegenden Felsgrund vorhandenen Kalkgehalt hinweisen.

Die Moorgegend von Loimola, in der Nähe eines Wasserscheidegebiets, ist dadurch gekennzeichnet, dass durch Moränenhügel und Osrücken getrennte Torfablagerungen die vorherrschenden Böden sind. Infolgedessen bilden Moore, in der Hauptsache verschiedenartige Reisermoores und Reiserweissmoore, weniger Brüche, den Hauptbestandteil der Vegetationslandschaft. Die Wälder auf trockenen Böden sind in der Hauptsache Heidewald vom *Vaccinium*- und *Calluna*-Typ, nur in den frischen Senken vom *Myrtillus*-Typ, den man auch auf gewissen Moränenhügeln findet, deren Kern ausnahmsweise aus basischen Gesteinsarten besteht. Haine trifft man nirgends und daher auch kaum anspruchsvolle Floraelemente. Die Anbauflächen liegen zerstreut und sind ganz unbedeutend.

Untersuchte Seen:

Seen	Vegetation der Umgebung	Flora d. Umg.	Wasser in dicken Schichten	Bodenschlamm	Bodenfauna		
					Zeit	Zahl pro qm	Gewicht kg pro ha
Häpönjärvi	CT u. VT domin., so auch Weissmoore, Reisermoores u. Brüche seltener	Anspr.-volle Pfl. fehlen	Ausserord. trüb, intens. rotbraun	Stark humif. D auf Sand	7/8 23	14	— ¹
Songerjärvi	CT u. VT domin., Reisermoores, kleine Brüche	Einige halb anspr.-volle Bruchpfl.	Sehr trüb, intens. rotbraun	St. humif. D auf Sand o. Grus	6/8 23	18	0.82
Suovanjärvi	CT u. VT domin. weniger MT, ausged. Reisermoores, Brüche, wenig Kulturböden	Einige halban-spr.-volle Bruchpfl.	Trüb, stark rotbraun	St. humif. D auf Sand o. Grus	26-27/7 23	12.8	1.12
Kollasjärvi	CT domin., VT seltener, ausged. Reisermoores, Weissmoore, wenig Brüche	Anspr.-volle Pfl. fehlen	Trüb, stark rotbraun	St. humif. D auf Sand o. Grus	28/7 23	54	1.32
Loimolajärvi	VT domin., weniger MT, CT selten, Reisermoores u. Brüche, wenig Kulturböden	Anspr.-volle Pfl. fehlen	Trüb, rotbraun	St. humif. D auf Sand o. Grus	18/20/8 21	Zieml. arm	— ²

Die untersuchten Seen gehören alle zum oligotrophen Produktionstyp, und ihre Bodenfauna ist auch meistens sehr arm. Auch in den Seen, in denen sie auf Grund der Verteilung der Bodenprobestationen scheinbar ein wenig reichlicher auftritt (Kollasjärvi), gibt es deren nur ganz stellenweise, so dass grosse Bodenflächen völlig steril erscheinen. Ob die kleinen zuflusslosen Quellseen zum mesotrophen Produktionstyp zu rechnen sind, konnte ich nicht feststellen. Auf alle Fälle weichen sie vom allgemeinen Charakter der Seen dieses Gebietes ab.

Das Seegebiet von Jääski—Kirvu ist teils Tonboden, teils Moränenland und in einigen seiner Teilen sehr felsig. Trotz der Nähe des Vuoksi-Flusses und des Hainzentrums von Vuoksi finden

¹ Gewichtszahlen fehlen.

² Nicht quantitativ untersucht.

wir nicht mehr diese auffallende Üppigkeit der Vegetation welche jene Gegend charakterisiert (vgl. VALLE 1919 a). Frische Wälder vom *Myrtillus*-, *Oxalis-Myrtillus*- und *Pyrola*-Typ dominieren zwar, aber stellenweise trifft man, besonders auf fluvioglazialen Ablagerungen, Heiden vom *Vaccinium*- und *Calluna*-Typ, die aber von sekundärer Bedeutung sind; Hainvegetation ist in den schmalen Bachravinen selten; bisweilen nur findet man ausgedehntere Haine vom *Oxalis-Majanthemum*-Typ mit seinen zahlreichen, ergiebigen Bodenfordernden Hainpflanzen. Moore fehlen im Südteil des Seegebietes fast gänzlich und sind auch anderwärts unbedeutend. Die Anbauflächen im Süd- und Westteil des Seegebietes sind zum Teil recht ausgedehnt, an anderen Stellen klein an Umfang.

Untersuchte Seen:

Seen	Vegetation der Umgebung	Flora d. Umg.	Wasser in dicken Schichten	Bodenschlamm	Bodenfauna	
					Zeit	Zahl pro qm
Jääskjärvi	MT u. OMT domin., wenig Haine, Kulturböden	Mehrere Hainpfl.	Trüb, trüboliv bis olivbraun, Veg.-fbg, stellenw. Wasserblüte	G auf sand.Ton	12/7-17/8 27	354.6
Pytärä	MT u. OMT domin. ausged. Kulturböden	Einige Hainpfl.	Sehr trüb, braun-oliv, st. Veg.-fbg, Wasserblüte	G auf Ton	2/7 26	Zieml. reichlich ¹
Mertjärvi	MT domin., weniger VT u. OMT, Kulturböden unbedeutend.	Einige Hainpfl.	Verhältnm. klar bis klar, braungelb	G.-artig. auf sand. Ton o. tonig. Grus	6-8/7 26	Ziemlich arm ¹

Von den Seen dieses Seesystems ist der Jääskjärvi, der allein quantitativ genauer untersucht wurde, typisch eutroph, ebenso der Pytärä mit seiner kräftigen Vegetationsfärbung und Wasserblüte. Die Mehrzahl der ziemlich hohen Bodentierproduktion des Jääskjärvi bildet in dem tiefen Hauptbecken der Reliktenkrebs *Pontoporeia affinis*, dazu *Oligochaeten* und *Chironomus*-Larven der *Bathophilus*-Gruppe, in den Nebenbecken *Plumosus*-Larven. Die Bodentierproduktion

¹ Nicht quantitativ untersucht.

des Pytärä ist geringer und umfasst hauptsächlich *Plumosus*-Larven. Der tiefe Mertjärvi nähert sich seinem Charakter nach den mesotrophen Seen mit klarem Wasser und den Hauptbestandteil seiner verhältnismässig geringen Bodenfauna bilden *Oligochaeten*, verschiedene *Chironomiden*-Larven und der Reliktenkrebs *Pallasea*.

Sonstige Beispiele. Ausser den obengenannten Fällen habe ich bei sonstigen Untersuchungen oder bei mehr oder weniger zufälligen Besuchen Gelegenheit gehabt, die Frage der Bonitätsverhältnisse berührende Umstände in bezug auf viele südfinnische Seen im Auge zu behalten. Sie seien im folgenden kurz erwähnt.

Die in den Kirchspielen Virtasalmi und Pieksämäki liegenden und zum selben Seesystem gehörigen Ruokojärvi, Iso Läänäjärvi und Pieni Läänäjärvi, in deren Umgebung ich Gelegenheit hatte, floristische Beobachtungen zu machen (VALLE 1919 b), sind inmitten von Moränenrücken und zwischen diesen gelagerten Torfablagerungen am Rande einer Wasserscheidegegend belegen. Der dominierende Waldtyp ist der *Vaccinium*-Typ, auf frischeren Hängen wächst Wald vom *Myrtillus*-Typ. Die Moore sind in der Hauptsache Reisermoore und Brüche. Hainartige Vegetation trifft man nur an zerstreuten Stellen auf kleinen Arealen und dabei einige anspruchsvollere Pflanzenarten. Anbauflächen gibt es verhältnismässig wenig. — Die dybodigen, braunwässerigen Seen sind ohne Zweifel zum oligotrophen Produktionstyp zu rechnen.

Der in Südwest-Finnland an der Grenze der Kirchspiele Kisko und Pohja und am Rande des Hainzentrums von Lohja belegene Iso-Kiskonjärvi, an dessen Untersuchung für fischereiwirtschaftliche Zwecke ich im Jahre 1919 teilnahm (vgl. JÄRNEFELT 1920), wird im W von Moränen- und Sandgebieten, im E und S von Felsenflächen mit Moränenabhängen, die mit Tonboden abwechseln, umschlossen. Die Gegend ist um das südliche Hauptbecken herum im allgemeinen waldig, im Westteil herrschen Wälder des *Vaccinium*- und *Myrtillus*-Typs, im Süden und Osten solche vom *Myrtillus*- und *Oxalis-Myrtillus*-Typ vor. Auf diesem üppigeren Gebiet gibt es

in den Bachsenken und an den Hängen an vielen Stellen auch *Oxalis-Majanthemum*-Haine mit ihren vielen Hainpflanzen. Die Moore sind von geringer Ausdehnung. Den Nordteil des Sees, den sog. Liipolanjärvi, umschliessen zum grössten Teil Anbauflächen. — Das Hauptbecken des Iso-Kiskonjärvi nähert sich dem mesotropen Produktionstyp, während das Nebenbecken des Liipolanjärvi offensichtlich zum eutrophen Typ zu zählen ist, da auch die Bodenfauna hier reichlicher ist als im Hauptbecken, dessen reichlichste Stellen gerade in den östlichen Buchten liegen. — Der in Uusimaa (Nyland) im Kirchspiel Pornainen gelegene Niinijärvi, der von bebauten Tongebieten und von mit *Myrtillus*- und *Oxalis-Myrtillus*-Wäldern bedeckten Moränenabhängen der Felshügel umgeben ist, erweist sich als typisch eutropher *Plumosus*-See mit einer bedeutenden Bodenproduktion. Ich hatte Gelegenheit, den See zum selben Zweck wie den vorhergenannten im Sommer 1920 zu untersuchen.

In der Umgebung von Turku, im Hainzentrum von Südwest-Finnland, hatte ich im Jahre 1924 Gelegenheit, den im Kirchspiel Kakskerta befindlichen Kakskerranjärvi oberflächlich zu untersuchen. Die Umgebung des Sees wird bald von waldigen Felsenhängeln mit Moränenabhängen, bald von bebauten Tonebenen gebildet. Die Wälder gehören zum *Myrtillus*- und *Oxalis-Myrtillus*-Typ, mit Ausnahme der trockenen Felsenwälder; hier und da trifft man auf Haine. Moore fehlen in der Umgebung des Sees. Der Kakskerranjärvi ist ein typisch eutropher *Plumosus*-See, der eine deutliche Vegetationsfärbung aufweist. — Der von einer ähnlichen Landschaft umgebene Taattistenjärvi im Kirchspiel Merimasku, untersucht im Sommer 1925, erscheint noch eutropher, sein Wasser ist durch Vegetationsfärbung getrübt. — Der Leiklahdenjärvi im Kirchspiel Rymättylä, untersucht im Sommer 1925, liegt inmitten von bebauten Tonebenen und Felsen- und Moränenhängeln, welche, mit Ausnahme der felsigen Flächen, Waldungen vom *Myrtillus*- und *Oxalis-Myrtillus*-Typ tragen. Den See umschliesst ein schmaler, braunmoorartiger Gürtel mit einigen

anspruchsvollen Sumpfpflanzen. Der See gehört zum üppigen, eutrophen Typ, wie u.a. das durch besonders kräftige Vegetationsfärbung und Blüte getrübt Wasser zeigt. — Der in demselben Kirchspiel befindliche Kirkkojärvi, in dem ich im Sommer 1928 Beobachtungen anstellte, liegt in einer gleichen Landschaft, deren Fruchtbarkeit einige mit Eichenwäldungen bestandene, an Hainpflanzen reiche Hügel zeigen. Moore finden sich nicht in der Nähe. Der See gehört ebenfalls zum eutrophen Produktionstyp.

Schliesslich sei bemerkt, dass JÄRNEFELT (1921, 1925, 1927 a, b, c und 1928) zahlreiche Seen Süd-Finnlands zum Teil sehr vielseitig untersucht hat, aber da er der in der Vegetation der Umgebung sich zeigenden Bonität keine Beachtung geschenkt hat, habe ich seine Ergebnisse hier leider nicht verwerten können.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die im vorstehenden dargelegten, das Verhältnis zwischen Bonität der Umgebung und Produktivität der Seen beleuchtenden Beispiele beziehen sich nur auf einzelne ausgewählte Seen, auch sind nicht alle auf vielseitige und detaillierte limnologische, pflanzen- und floristische Untersuchungen gegründet. Einige unter ihnen haben immerhin den Vorzug, dass sie keine Einzelfälle darstellen, da in einer bestimmten Vegetationslandschaft mehrere Seen zu gleicher Zeit und eingehender untersucht worden sind. Ausserdem findet sich unter ihnen eine Serie nahe beieinander liegender, aber verschiedene Bonität aufweisender Seegebiete (die Seegebiete von Grenz-Karelien), bei denen man die Produktivität der Seen direkter vergleichen kann als bei Gebieten, die in verschiedenen Teilen Süd-Finnlands ausgewählt wurden. Andererseits sind wiederum die übrigen Beispiele ein Beweis dafür, dass hier keine örtlichen Faktoren in Frage stehen. Als zusammenfassendes Resultat aller vorstehend dargelegten Untersuchungen und Beobachtungen sei folgendes erwähnt:

In Gegenden, wo trockene Heidewälder vom *Calluna*- und *Vaccinium*-Typ dominieren und wo es reichlich Reiser Moore und sonstige

unergiebigen Moore gibt und auch in der Flora keine bemerkenswerten Anzeichen für Fruchtbarkeit des Bodens zutage treten, zeigen auch die Seen eine niedrige oder ziemlich niedrige Produktivität, gehören also zum oligotrophen oder mesotrophen Produktionstyp, und ihre Bodentierproduktion ist im allgemeinen niedrig (die Seen von Evo, Leppäsjärvi—Uuksujärvi, Loimola und Virtasalmi—Pieksämäki). In eine besonders dürftige oligotrophe Produktionsklasse scheinen solche Seen zu gehören, die ihrer Vegetation und Flora nach in den allerunfruchtbarsten und moorreichsten Gegenden liegen (die Seen von Loimola). — Wenn es sich dagegen nicht um äusserst unergiebiges Gelände handelt, scheint die Vegetation der Umgebung häufig nicht direkt anzu, ob der See zum ergiebigeren mesotrophen oder zum unergiebigeren oligotrophen Produktionstyp gehört (die Seen von Evo und Leppäsjärvi—Uuksujärvi), nämlich dann, wenn erst die Wasserverbindung und die Eigenschaften des Wassers im See selbst (Klarwasser- oder Braunwassersee) dies verdeutlichen. Höchstens kann Moorreichtum der Umgebung hier einen Anhaltspunkt geben. — Ferner scheint in gewissen Seen solcher Gegenden eine ungewöhnlich hohe Bodentierproduktion vorzukommen. Hier kann immerhin in einigen Fällen die den See umrandende Vegetation und Flora anzeigen, dass wenigstens die Hänge oder nur die Ränder und der Grund des Beckens ihrer Bodenbeschaffenheit nach von der Umgebung abweichen und ergiebiger als gewöhnlich sind (der Hautajärvi bei Evo, der Polvijärvi in der Gegend von Leppäsjärvi—Uuksujärvi). — In anderen Fällen wiederum lässt die auf Grund von Vegetation und Flora der Umgebung bestimmte niedrige Bonität durchaus nicht immer auf eine beträchtliche Bodentierproduktion des Sees zu schliessen, sondern wird diese, wenigstens in dem untersuchten Fall, ausschliesslich durch die starke sekundäre Düngung in dem See selbst erklärt (der Onkimajärvi von Evo).

In solchen Gegenden, in denen frische, teilweise hainartige Wälder vom *Myrtillus*-, *Oxalis-Myrtillus*- und *Pyrola*-Typ vorherrschen, und in denen man häufig auf Haine und Hainpflanzen sowie sonstige anspruchsvolle Florabestandteile trifft, scheinen die Seen

vom eutrophen oder mesotrophen Produktionstyp und die Bodentierproduktion meistens erheblich zu sein (die Seen von Kuokkaniemi—Sortavala, Kirjavalhti—Pötsövaara, Jääski—Kirvu sowie die in Südwest-Finnland untersuchten Seen). Zu welchen von beiden Produktionstypen die Seen einer Gegend jeweils gehören, kann man auf den ersten Blick offenbar nicht mit Hilfe von Vegetation und Flora bestimmen. So scheint auch manchmal die besonders hohe Bonität der Umgebung in gewisser Masse im Widerspruch zu der verhältnismässig niedrigen Produktivität der Seen der betr. Gegend zu stehen (die meisten Seen von Kirjavalhti—Pötsövaara). Man sollte glauben, dass hier die Anbauflächen der Umgebung wegen ihrer geringen Ausdehnung nicht sekundär düngend wirken, wie vielleicht bei den entropen Seen. Und übrigens dürfte auch bei diesen die Wirkung der ausgedehnten Kulturböden die Richtung der Produktion nicht bemerkenswert verändern, obgleich sie letztere im Verlauf der Zeit wohl vermehren mag. Trotzdem dürfte die verschiedenartige Produktivität von Faktoren der Bodenbeschaffenheit insofern abhängen, als sie in einer moorfreien Umgebung mit Tonboden grösser ist und zum eutrophen Typ neigt, in Moränengegenden, wo es mindestens kleine Moorflecken gibt, kleiner und vom mesotrophen Typ ist. Soweit es Wälder vom *Pyrola*-Typ in der Umgebung gibt, und man Vegetationstypen auf Tonboden und solchen begünstigende Floraelemente von der übrigen Vegetation und Flora unterscheiden kann (vgl. LINKOLA 1919 und KUJALA 1928), kann man die betreffenden Seen rein auf Grund der Vegetation der Umgebung bonitieren.

Die im Titel des vorliegenden Aufsatzes gestellte Frage dürfte sich also, wie zu erwarten war, in der Hauptsache insofern bejahend beantworten lassen, als man die südfinnischen Seen im grossen und ganzen auf Grund der sie umgebenden Vegetation und Flora bonitieren kann, und auch in vielen unklaren Einzelfällen die pflanzen- und floristische Bonitierung der Umgebung Hinweise auf die

Produktivität des Sees geben kann, wenn dies auch nicht in allen Fällen möglich ist.

Die obigen Ausführungen sind jedoch zum Teil nur als Arbeitsplan anzusehen, der für künftige ausführlichere limnologisch-produktionsbiologische und pflanzengeographisch-floristische Untersuchungen, die eine genauere Antwort auf die gestellten Fragen geben, als Grundlage dienen könnte.

LITERATURVERZEICHNIS.

- AALTONEN, V. T., 1925, Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. — *Communicationes ex Instituto questionum forestalium Finlandiae editae* 9. Helsinki.
- CAJANDER, A. K. 1919, Ueber Waldtypen. — *Acta Forestalia Fennica* 1. Helsingforsiae.
- »— 1913, Studien über die Moore Finnlands. — *Ibid.* 2. Helsingforsiae.
- »— 1916, Handbuch des Waldbaues I, Grundzüge der Pflanzenbiologie und Pflanzengeographie (finnisch) — Porvoo.
- »— 1917, Uebersicht der Waldtypen Finnlands (finnisch). — *Metsätaloud. aikakauskirja* — *Forstlig tidskrift, laajempi painos* S. 51—58. Helsinki.
- »— 1921, Ueber Waldtypen im allgemeinen, In: CAJANDER, A. K. u. ILVSSALO Y., Ueber Waldtypen II. — *Acta Forestalia Fennica* 20. Helsinki.
- ILVSSALO, Y., 1920, Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen (finnisch mit deutschem Referat). — *Acta Forestalia Fennica* 15. Helsinki.
- »— 1921, Die Waldtypen als Grundlage der neuen Ertragstafeln Finnlands. In CAJANDER A. K. u. ILVSSALO Y., Ueber Waldtypen II. — *Ibid.* 20. Helsinki.
- »— 1922, Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. — *Ibid.* Helsinki.
- JÄRNEFELT, H., 1920, Bericht über die bis jetzt vom Fischereiverein Finnlands ausgeführten Untersuchungen im See Iso-Kiskonjärvi und über die auf deren Basis ausgearbeitete interimistische Massnahme zur Wirtschaftsregelung desselben. — *Suomen Kalastuslehti*. Jahrg. 26 S. 73—78 (finnisch). *Fiskeritidskrift för Finland* Jahrg. 26 S. 73—78 (schwedisch.).
- »—, 1921, Untersuchungen über die Fische und ihre Nahrung im Tuusula-see. — *Acta Soc. F. Fl. Fenn.* 52. N:o 1, Helsingfors.
- JÄRNEFELT, H., 1925, Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. — *Annales Societatis Zoolog. — Botanicae Fennicae Vanamo*. Tom. 2, N:o 5, S. 185—352. Helsinki.
- »— 1927 a, Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands II. — *Ibid.* Tom 6, N:o 5, S. 65—100. Helsinki.
- »— 1927 b, Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands III. Pyhäjärvi. — *Ibid.* N:o 6, S. 101—153. Helsinki.
- »— 1927 c, Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands IV. Lohjanjärvi = Lojo sjö. — *Ibid.* N:o 8, S. 162—186. Helsinki.
- »— 1928, Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands V. Vesijärvi. — *Ibid.* Tom. 8, N:o 1, S. 1—17.
- KUJALA, VILJO, 1928, Beobachtungen über die Waldvegetation auf Lehmboden bei Mustila in Elimäki (Süd-Finnland) — *Communicationes ex Instituto questionum forestalium Finlandiae editae* 13. Helsinki.
- LINKOLA, K., 1917, Beobachtungen über ostkarelische Waldtypen (finnisch). — *Acta Forestalia Fennica* 7. Helsinki.
- »— 1919, Aufzeichnungen über die Vegetation in den Waldungen vom Pyrola-Typ (finnisch). — *Metsätaloudellinen Aikakauskirja—Forstlig tidskrift*. S. 174—182.
- »— 1922, Zur Kenntnis der Verteilung der landwirtschaftlichen Siedelungen auf die Böden verschiedener Waldtypen in Finnland. — *Acta Forestalia Fennica* 22. Helsinki.
- LUKKALA, O. J., 1919, Über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in den Landschaften Savo (Sawolaks) und Karjala (Karelien) (finnisch mit deutschem Referat). — *Acta Forestalia Fennica* 9. Helsinki.
- NAUMANN, E., 1917, Undersökningar öfver fytoplankton och under den pelagiska regionen försiggående gyttje- och dybildningar inom vissa syd- och mellansvenska urbergsvatten. — *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens handlingar*, bd. 56, N:o 6. Stockholm.
- »— 1918, Sötvattnets produktionsbiologi. — *Skrifter utgivna av Södra Sveriges Fiskeriförening*. Lund.
- »— 1919, Tillämpad limnologi. Några teoretiska grundlinjer för en rationell vattenkultur. — *Landtbruksakademiens handlingar och tidskrift*.
- »— 1921, Einige Grundlinien der regionalen Limnologie. — *Lunds Universitets Årskrift*, N. F., Avd. 2, Bd. 17, N:o 8. Lund.
- »— 1924, Einige allgemeine Gesichtspunkte betreffs des Studiums der regionalen Limnologie. — *Verhandl. der Intern. Vereinig. für theor. u. angew. Limnologie auf der zweiten Mittgl.-Versammlung zu Innsbruck*. Stuttgart.

- NORDQVIST, H., 1921, Studien über das Teichzooplanton. — Lunds Universitets Årsskrift, N. F., Avd. 2, Bd. 17, Nr. 5. Lund.
- TANTTU, A., 1915, Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore (finnisch mit deutschem Referat). — Acta Forestalia Fennica 5. Helsinki.
- VALLE, K. J., 1919 a, Beobachtungen über die Verbreitung und das Vorkommen hainartiger Vegetation und der Hainpflanzen im Kirchspiel Jääski (finnisch mit deutschem Referat). — Acta Soc. F. Fl. Fenn. 46, N:o 6. Helsinki.
- »— 1919 b, Über die Vegetation in der Umgegend von Längelmäki im Kirchspiel Virtasalmi (finnisch). — Luonnon Ystävä S. 81—82.
- »— 1924, Fischwasseruntersuchungen im Staatsrevier Evo. — Acta Forestalia Fennica 25. Helsinki.
- »— 1927, Ökologisch-limnologische Untersuchungen über die Boden- und Tiefenfauna in einigen Seen nördlich vom Ladoga-See I. — Acta Zoologica Fennica 2. Helsingforsiae.
- »— 1928, Ökologisch-limnologische Untersuchungen über die Boden- und Tiefenfauna in einigen Seen nördlich vom Ladoga-See II. Die Seenschreibungen. — Ibid. 4. Helsingforsiae.
- VALMARI, J., 1921, Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. — Acta Forestalia Fennica 20. Helsinki.

A handwritten signature in cursive script, reading "K. J. Valle". The signature is written in dark ink and is positioned in the lower right quadrant of the page.