

# Die Arbeiten der Biologischen Station Lunz in ihren Beziehungen zur Erdkunde.

(Tätigkeitsbericht über die Jahre 1921—1931.)

Mit 3 Abbildungen im Text und 2 auf Tafel XIV.)

Von **F. Ruttner**, Lunz.

## I. Rückblick.

Die Aufgaben der von Dr. Carl Kupelwieser vor 25 Jahren in Lunz, Niederösterreich, gegründeten Forschungsstätte haben naturgemäß in erster Linie biologischen Charakter. Ihr Ziel war zunächst die Erforschung des Lebens in alpinen Gewässern und das Studium seiner Abhängigkeiten von den Faktoren der Umwelt. Im Laufe der Zeit, insbesondere im letzten Jahrzehnt, wurden in dem Bestreben, alle Arbeitsmöglichkeiten des Gebietes tunlichst auszunützen, auch Fragen der alpinen Landökologie in immer stärkerem Maße in den Aufgabenkreis einbezogen. Die Verlockung hierzu war durch die Eigenschaften des engeren Arbeitsgebietes der Anstalt — des Dürrensteinmassivs in den niederösterreichischen Kalkalpen — gegeben, einer Landschaft, die nicht nur durch den Reichtum an Gewässern der verschiedensten Art, sondern auch durch ihre Morphologie und Geologie, durch die mannigfache Gestaltung der klimatischen Bedingungen und durch die Verteilung der reichen Flora und Fauna das Interesse des Forschers erweckt.

Der ökologisch arbeitende Biologe, mag er nun das Leben im Wasser oder das auf dem Lande zum Gegenstand seines Studiums machen, wird neben dem Physiker und Chemiker sehr häufig auch den Geographen, bzw. den Hydrographen und Meteorologen zu Rate ziehen müssen, wenn es gilt, die Umwelt der Organismen als lebensgestaltenden Faktor kennen zu lernen. Es mußten daher geographische Methoden (im weiteren Sinne des Wortes) auch in der wissenschaftlichen Tätigkeit der Biologischen Station Lunz von Anbeginn an einen breiten Raum einnehmen. In den ersten Jahren nach der Gründung der Anstalt, die zu dieser Zeit unter der Leitung R. Wolterecks, bzw. ab 1908 unter jener H. Kupelwiesers stand, wurde die geographische Richtung von G. Göttinger vertreten. Die Ergebnisse seiner überaus sorgfältigen und mühevollen Untersuchungen sind in der bekann-

ten großen Arbeit über die Geomorphologie des Gebietes (1912) und in einer Reihe von vorwiegend hydrographischen Veröffentlichungen niedergelegt. Göttinger verdanken wir vor allem neben der mustergültigen geologisch-geographischen Beschreibung des Gebietes und der kausalen Analyse seiner Landschaftsformen die genaue Kartierung und Lotung der drei Seen: des 0·64 km<sup>2</sup> großen und 34 m tiefen Untersees am Fuße des Gebirgsmassives (Seehöhe 608 m), des ein großes Kar in 1117 m Höhe füllenden Obersees (Oberflächenareal 0·14 km<sup>2</sup>, Tiefe 17 m) und schließlich des kleinen und seichten, jedoch durch seine Quellseenatur hydrographisch wie biologisch gleich interessanten Mittersees (768 m). Diesem letzteren Gewässer hat Göttinger eine besondere Monographie (1908) gewidmet, die sich außer mit der Entstehung und Morphologie, vor allem auch mit den überaus interessanten thermischen Verhältnissen (Jahresamplitude in dem ausgedehnten Quellbezirk nur zirka 2° C!) dieses normalerweise keinen oberirdischen Zufluß aufweisenden Grundwassersees beschäftigt. Sonst sind von Göttinger auf hydrographischem Gebiet noch eingehende Studien über die Vereisung der Seen erschienen (1909, 1917). Das sehr umfangreiche Beobachtungsmaterial über die Thermik, das von Göttinger durch mehrere Jahre gesammelt wurde, harret noch der Veröffentlichung, konnte jedoch in späteren Arbeiten anderer Autoren bereits benützt werden.

Eine Ergänzung der Arbeiten Göttingers nach der chemischen Seite hin bildeten die Analysen des Wassers und des Schlammes der Seen und deren Zuflüsse (Muley und Wittmann 1914, Muley 1914) die für verschiedene Jahreszeiten und verschiedene Tiefen ausgeführt wurden. Die Schlammanalysen zeigten den verschiedenen Charakter der Sedimente je nach ihrer Genese: Der Uferbankschlamm — aus fast reinem Kalkkarbonat bestehend — verdankt seine Entstehung der Assimilationstätigkeit der Makro- und Mikroflora des Sees (Ausfällung von CaCO<sub>3</sub> durch Kohlensäureentzug), der an Kalk arme, an Tonerde, Kieselsäure und Eisen reiche Tiefenschlamm dagegen wird durch Sedimentierung der durch die Zuflüsse eingebrachten Trübung und des gestorbenen Planktons (Diatomeen!) gebildet.

Messungen des elektrolytischen Leitvermögens, über die eine zwei-jährige Beobachtungsreihe vorliegt (Ruttner 1914) zeigten die Abhängigkeit der Konzentrationsverhältnisse im Untersee und dessen Hauptzufluß von Niederschlag und Schmelzwasser. Sie erbrachten ferner den Beweis, daß die beträchtliche Zunahme des Salzgehaltes, welche man im Sommer unterhalb der Temperatursprungschicht der meisten Seen beobachten kann, in unserem Fall hauptsächlich durch

eine auf die oberen Schichten beschränkte Wassererneuerung während der Schneeschmelze verursacht wird. — Schließlich lieferten die Untersuchungen der Vorkriegszeit die ersten Aufschlüsse über die Sauerstoffschichtung in den Lunzer Seen. Während der Untersee jenem von Thienemann später als subalpin gekennzeichneten Typus angehört, der auch noch über dem Grunde einen für jedes Tierleben ausreichenden  $O_2$ -Gehalt besitzt, erwies sich die Tiefe des Obersees als praktisch sauerstofffrei, ein für die Alpenseen bis dahin unbekannt gewesener Fall. Gleichzeitig mit dem  $O_2$ -Schwund konnte eine bedeutende Zunahme des Eisengehaltes und eine durchgreifende, durch beide Faktoren bedingte Veränderung des Planktons in vertikaler Richtung nachgewiesen werden. (Ruttner 1913).

Der Ausbruch des Krieges brachte einen vollständigen Stillstand der Arbeiten unserer Anstalt mit sich. Auch die ersten Friedensjahre erwiesen sich als ungünstig für die Wiederaufnahme der wissenschaftlichen Tätigkeit, da der Lunzer Station von zwei Seiten Gefahr drohte: Einerseits war das vom Stifter in großzügiger Weise zur Verfügung gestellte Betriebskapital entwertet worden, andererseits tauchte ein Wasserkraftprojekt auf, das die Anstalt ihres wichtigsten Untersuchungsobjektes, des Untersees, beraubt und gezwungen hätte, Lunz zu verlassen. Schon waren alle Vorbereitungen zum Umzug getroffen und ein geeignetes Grundstück am Mondsee, der als neue Arbeitsstätte ausersehen war, gesichert. Da wurde das Wasserkraftprojekt glücklicherweise aufgegeben und die Station konnte in Lunz verbleiben.

Viel ernster war die Gefahr der Geldentwertung, die den Bestand des Institutes in seinen Wurzeln bedrohte. Dem tatkräftigen Eintreten der Akademie der Wissenschaften in Wien und der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin, sowie dem großzügigen Entgegenkommen der österreichischen und der deutschen Regierung ist es zu danken, wenn die Station trotz aller Schwierigkeiten gesichert, ja noch weiter ausgebaut werden konnte. Um diesem ersten Fall der deutschösterreichischen Zusammenarbeit im Rahmen eines Institutes die nötige juristische Grundlage zu verleihen, wurde ein Verein gegründet, dem die beiden eben genannten Körperschaften und sonst beigetretene Mitglieder angehören und dem die beiden Herren Dr. Carl und Dr. Hans Kupelwieser als Stifter das Eigentumsrecht des ganzen Besitzes der Station an Gebäuden, Grundstücken, Einrichtungsgegenständen und Betriebskapital übertragen. Die Geschäfte werden von einem Kuratorium geführt, das aus den Stiftern, aus Mitgliedern der Wiener Akademie und der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, aus Vertretern der beiderseitigen Regierungen sowie der übrigen ordentlichen Mitglieder besteht.

Der erste Präsident des neu gegründeten Vereins war Dr. Carl Kupelwieser, der Begründer der Station und weitblickende Förderer österreichischer Wissenschaft überhaupt. Ihm folgte 1926 Dr. Krupp von Bohlen und Halbach. Als seine Vizepräsidenten darf der Verein Namen wie Adolf von Harnack, Richard Wettstein und Max Planck für sich in Anspruch nehmen.

Die auf diese Weise erfolgte Sicherung und Wiederbelebung der Lunzer Station war auch von einer nicht unwesentlichen Erweiterung gefolgt. Dank der von der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und vom Bundesministerium für Unterricht bereitgestellten Mittel konnte das Laboratoriumsgebäude durch Ausbau des Dachgeschosses und Einbeziehung eines Hofes vergrößert und die Zahl der für Gäste verfügbaren Arbeitsplätze von 12 auf 20 erhöht werden. Die Einrichtung wurde nach vielen Richtungen vervollständigt. So verfügt die Station außer den schon früher vorhanden gewesenen Behelfen (wie Bibliothek, Apparaturen für Mikroskopie und Physiologie, die Glashausanlage, Aquarienräume usw.) nunmehr auch über ein in zwei Räumen untergebrachtes, gut ausgestattetes Laboratorium für quantitative Wasser- und Bodenanalyse, über Einrichtungen für mikrobiologische Untersuchungen u. a. m. Auch der unmittelbar am See gelegene Kursraum wurde erweitert, so daß nunmehr 20 bis 24 Studierende an dem alljährlich abgehaltenen, vierwöchigen Kurs über Hydrobiologie und Hydrographie teilnehmen können.

## II. Die Tätigkeit während des letzten Jahrzehntes.

Wie schon eingangs erwähnt, ist in den letzten Jahren der Arbeitsbereich der Lunzer Station von dem Gebiet der Limnologie auch auf das der Landökologie und Klimatologie ausgedehnt worden. — Wenn ich also im folgenden daran gehe, die Tätigkeit des Institutes in dieser Zeit, soweit sie mir geographisches Interesse zu verdienen scheint, kurz zu skizzieren, werden die verschiedenen Forschungsrichtungen getrennt zu behandeln sein.

### a) Limnologische Untersuchungen.

Auf hydrographischem Gebiet sind vor allem die Arbeiten W. Schmidts hervorzuheben. Schmidt hatte schon im Jahre 1915 auf Grund der Temperaturschichtung im Lunzer Untersee den Begriff der Stabilität aufgestellt und damit die Möglichkeit gegeben, die Arbeit zu erfassen, welche eine von außen wirkende Kraft, z. B. der Wind leisten müßte, um einen See aus dem nach Temperatur und Dichte

geschichteten Zustand in einen ungeschichteten, d. h. vollkommen durchmischten überzuführen. In einer späteren Arbeit baute Schmidt (1928) diese Gedankengänge und Berechnungen unter Berücksichtigung verschiedener Seebeckenformen und Temperaturschichtungen noch weiter aus und schuf damit für die vergleichende Limnologie eine Grundlage von großer Wichtigkeit. Denn die letzten Jahre haben die Bedeutung der Schichtungen in Binnenseen wie auch im Meere für den gesamten Stoffumsatz immer klarer erkennen lassen. Der Angelpunkt aller dieser Erscheinungen ist jedoch die temperaturbedingte Stabilität der Schichtung, die erst einen exakten Vergleich der Vorgänge ermöglicht, die sich in Seen verschiedener Klimate — in tropischen, temperierten und polaren — abspielen. Außerdem führte Schmidt (1927, 1929) thermoelektrische Feinmessungen der Temperaturen im Seichtwasser und Schlamm aus und gewann auf diesem Wege interessante Aufschlüsse über die auch bei ganz geringen Wassertiefen auftretenden Schichtungen und den Wärmeaustausch an den Kontakten Luft-Wasser und Wasser-Boden.

Die Temperaturseiches im Lunzer Untersee wurden von F. Exner (1928) studiert. Durch Versenken von zwei Thermographen in abgedichteten Kesseln bis an die obere und die untere Grenze der Sprungschicht wurde durch mehrwöchige Beobachtungen (August) eine Schwingungsdauer von 3.7 Stunden ermittelt, die mit dem errechneten Wert gut übereinstimmt. Die vertikale Schwankung der isothermen Schichten betrug hierbei maximal 2 m. Anschließend an diese Feststellungen mögen auch Daten erwähnt werden, welche die Biologische Station im Verlaufe einer Expertise am Millstätter See zu sammeln Gelegenheit hatte (Neresheimer und Ruttner 1929). Hier konnten im Oktober Temperaturseiches beobachtet werden, bei denen die Schwankung der Wassermassen bis zu 13 m betrug. Sie wurden nicht nur auf Grund von Temperaturkurven, sondern auch durch Messungen des ebenfalls eine Schichtung aufweisenden elektrolytischen Leitvermögens (Salzkonzentration) sichergestellt.

Ein großer Teil der älteren Temperaturbeobachtungen ist von Ruttner (1929) in einer Studie über die Verteilung des Planktons veröffentlicht worden. Sie zeigen den Gang der Oberflächentemperatur des Untersees in einer Reihe von aufeinanderfolgenden Jahren (1908 bis 1913) und die Abhängigkeit der Ausbildung der Schichtung, insbesondere auch die Abhängigkeit der Tiefentemperatur von den meteorologischen Verhältnissen, die während der Frühlingszirkulation herrschen.

Einen immer breiteren Raum nehmen in den Arbeiten der letzten Jahre hydrochemische Untersuchungen ein. Die limnolo-

gische Forschung hat in der biochemischen Schichtung der Seen, d. h. in den durch die Lebensvorgänge — das Wechselspiel von Aufbau und Abbau — bedingten Unterschieden der chemischen Beschaffenheit der oberhalb und unterhalb der Temperatursprungschicht gelegenen Wassermassen den Schlüssel zum Verständnis des Stoffkreislaufes in den stehenden Gewässern erkannt. Doch liegt, wenn wir von der schon recht gut bekannten Verteilung des Sauerstoffes absehen, nur aus nordamerikanischen Seen ein ausreichendes Beobachtungsmaterial über die verti-

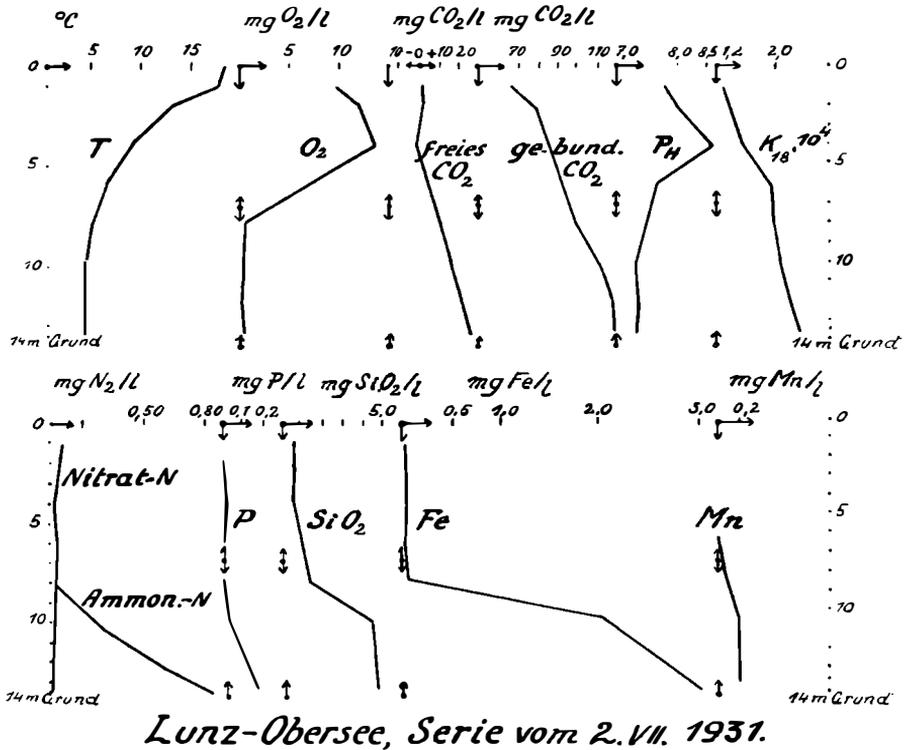
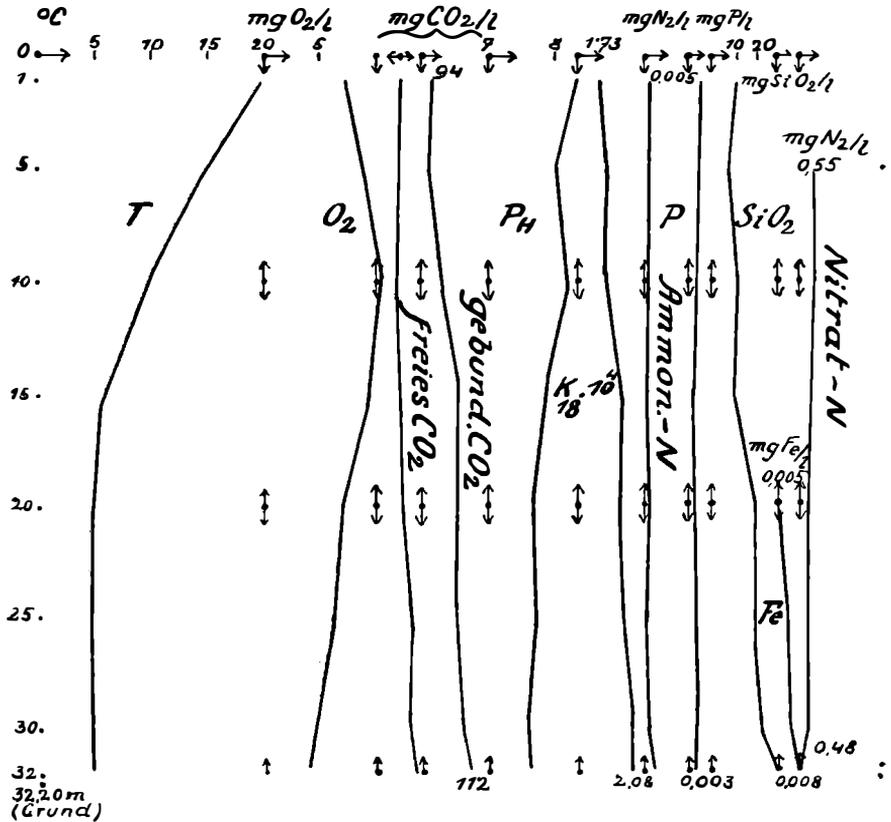


Fig. 1.

kale Verteilung einer Anzahl von lebenswichtigen Stoffen vor. Es erschien daher als ein dringendes Bedürfnis, auch bei uns Untersuchungen über die Verteilung aller jener anorganischen Substanzen, die zum Aufbau der Organismen notwendig sind — insbesondere über den Kreislauf des Stickstoffs — in Angriff zu nehmen.

Das Wenige, was bisher über die chemische Schichtung in den Lunzer Seen bekannt war, insbesondere über die Sauerstoff- und pH-Verhältnisse, ist in einer Arbeit über die Biocönosen dieser Gewässer kurz zusammengefaßt (Brehm und Ruttner, 1926). Experimentelle Un-

tersuchungen haben sich außerdem mit der Rolle der Kohlensäure-Assimilation durch submerse Gewächse in den Seen beschäftigt und die Bedeutung dargetan, die diesem Lebensvorgang für die Entkalkung des Wassers und die Bildung der Ufersedimente zukommt (Ruttner, 1921). 100 kg frischer Elodea, einer Pflanze („Wasserpest“), welche die Ufer des Sees bis 7 m hinab in dichten Beständen besiedelt, können im Laufe eines klaren Tages 2 kg Kalkcarbonat aus dem Wasser



Lunnz-Untersee, Serie vom 29. VI. 1931.

Fig. 2.

ausfallen. So wird die Bildung der aus reinem Kalk bestehenden Uferbänke verständlich.

Die systematische Arbeit über die biochemische Schichtung im Sinne der weiter oben gebrachten Darlegungen konnte jedoch erst in den letzten Jahren in Angriff genommen werden. Begonnen wurde sie 1927 von G. Klein und seinen Schülern (Klein und Steiner, 1929) und wird seit 1929 von H. Müller unter Mitverwendung der vom Verfasser

während der Deutschen Limnologischen Sundaexpedition gesammelten Erfahrungen fortgesetzt. Aus dem noch unveröffentlichten Beobachtungsmaterial Müllers sei hier eine Reihe von Diagrammen (Fig. 1 u. 2) mitgeteilt, welche die Schichtungsverhältnisse im Obersee und Untersee zur Zeit der Sommerstagnation veranschaulichen soll. Es zeigte sich, daß auch im Obersee alle jene charakteristischen Erscheinungen hinsichtlich der Verteilung von  $O_2$ ,  $CO_2$ , pH, P,  $NH_3$ , Fe auftreten, die in einigen nordamerikanischen und den meisten tropischen Seen bisher gefunden wurden. Darüber hinaus konnten die ersten Feststellungen über den Stickstoffkreislauf gewonnen werden, welche ergaben, daß in der Tiefe der größte Teil des Gesamtstickstoffes in Form von Ammoniak, dem Endglied des Abbaues bei Abwesenheit von Stauerstoff, vorliegt. Im Untersee dagegen, der als oligotropher Typus eine in jeder Hinsicht viel schwächer ausgebildete Schichtung zeigt, fehlt  $NH_3$  in der reichlich durchlüfteten Tiefe fast ganz und scheint bis zu einem gewissen Teil durch Nitrat vertreten zu sein. Wir erhoffen uns von der Fortführung dieser Arbeiten, die auch auf andere Seen der Ostalpen ausgedehnt werden sollen, mancherlei Klärung in Bezug auf die Unterscheidung der Produktionstypen der Seen.

Eine stratigraphische Analyse der Uferbanksedimente und Moore des Lunzer Gebietes wurde von H. Gams (1927) mit Hilfe moderner Bohrmethoden und auf Grund der Pollen- bzw. Mikrofossilien-Analyse durchgeführt, eine Arbeit, welche Götzingers ältere Mitteilungen über diesen Gegenstand weiter ausbaute. Die Seekreidebänke des Untersees weisen schon in einer Entfernung von nur 25 m vom Ufer Mächtigkeiten von 8 und mehr Metern auf und bestehen, wie schon erwähnt, aus reinem Kalksediment, das stellenweise auf schön geschichtetem, glazialen Bänderton aufruht. Große Mächtigkeiten wurden auch unter den Schwingrasen des Obersees (mehr als 11 m) und an dem in seiner Nähe gelegenen, aus einem verlandeten See hervorgegangenen Hochmoor „Rotmoos“ (6 m) erbohrt. Auch in diesen Fällen bildet glazialer Ton die Unterlage. Die Pollenanalyse ergab in allen Profilen, wenn man von vereinzelten Störungen absieht, eine durch den postglazialen Klimawechsel bedingte Vegetationsfolge, die sich völlig in das nunmehr durch zahlreiche Erfahrungen belegte Bild der Verhältnisse in Mitteleuropa und speziell in den Alpen einfügt. Von besonderem Interesse ist jedoch die sichere Feststellung eines Interstadials in diesen Sedimenten: Sowohl im Obersee, wie im „Rotmoos“ findet sich unmittelbar über dem glazialen Bänderton eine etwa 5 cm mächtige Gytjtja-Schicht, die außer reichlichem Pinus-Pollen auch das erste Auftreten von Fichte, Hasel und

Birke erkennen läßt. Darüber folgen nun wiederum etwa 15 cm Glazialton, in dem die drei letztgenannten Baumarten verschwinden und der nur sehr spärliche Pollen der Krummholzkiefer und Weide aufweist. Dann erst folgt die normale Entwicklung des Pollendiagrammes, wie wir sie von anderen Orten kennenn (Haselmaximum — 1. Fichtenmaximum — Tannenmaximum — Buchenmaximum — 2. Fichtenmaximum). Eine sorgfältige Abwägung aller Umstände hat Gams dazu geführt, das Interstadial als Gschnitz-Daun-Interstadial zu kennzeichnen. Seine Auswirkungen sind auch in den Diagrammen der Unterseebänke zu erkennen. Außer diesen stratigraphischen Untersuchungen hat Gams im Rahmen der zitierten Arbeit eine Kartierung und Vegetationsaufnahme der Lunzer Moore durchgeführt und die Entstehung der Schwinggrasen am Obersee studiert.

#### Die Deutsche Limnologische Sundaexpedition.

Weitab von der heimischen Arbeitsstätte führte den Leiter und den Mechaniker der Lunzer Anstalt eine gemeinsam mit Prof. Thienemann (Plön) und Prof. Feuerborn (Münster) im Auftrag der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft nach Niederländisch-Indien unternommene limnologische Forschungsreise. Und doch stehen die dort ausgeführten Untersuchungen in engem kausalen Zusammenhang mit der Erforschung der Gewässer unseres Klimas. Die Tropengebiete unserer Erde waren bisher seenkundlich sozusagen unerforscht. Ihre Erforschung mußte jedoch für das Verständnis vieler Fragen der Gewässerkunde, insbesondere der Fragen des Stoffumsatzes überaus wichtig erscheinen. Haben doch alle Seen des gemäßigten und kalten Klimas das eine gemeinsam, daß ihre Tiefen sehr niedrig temperiert sind. In den Tropenseen dagegen herrschen hohe Temperaturen auch in den untersten Wasserschichten und es war zu erwarten, daß dieser Umstand nicht ohne Einfluß auf den Stoffkreislauf sein werde, falls überhaupt stabile Schichtungen dort auftreten.

Die Erforschung der Schichtungserscheinungen und der Rolle des Temperaturfaktors mußte somit neben anderen Problemen der tropischen Limnologie eine der Hauptaufgaben der Expedition sein, deren Plan gemeinsam mit Prof. Thienemann, dem Leiter der Hydrobiologischen Anstalt der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Plön, gefaßt wurde. Wir konnten die Verhältnisse in 15 Seen der verschiedensten Größe, Tiefe und Höhenlage auf Sumatra, Java und Bali kennen lernen. Überall zeigte sich eine oft überraschend scharf ausgeprägte thermische und chemische Schichtung; die letztere glich auch in Seen von sehr geringer organischer Produktion völlig unserem eutrophen Typus. Es konnte der Beweis erbracht

werden, daß die hohe Temperatur des Hypolimnions (20—26°) es ist, welche durch eine Vervielfachung der Umsatzgeschwindigkeit diese Erscheinungen hervorruft. Damit ist aber ein neuer Gesichtspunkt für die Beurteilung unserer temperierten Seen gewonnen. Denn auch bei uns kommen mitunter nicht unbeträchtliche Unterschiede der Tiefentemperaturen vor, die in der auf den Stoffumsatz (Sauerstoffschwund) aufbauenden Lehre von den Produktionstypen in Hinkunft nicht unberücksichtigt bleiben können.

#### b) Bioklimatische Untersuchungen.

Einzeluntersuchungen auf dem Gebiet der Landökologie sind im Lunzer Gebiet schon vor längeren Jahren in Angriff genommen worden. Zunächst sei hier *J. Furlani* (1930, 1931) genannt, der durch Messungen der Konzentration des Bodensaftes und der Löslichkeit verschiedener Böden mit Hilfe von Leitfähigkeitsmessungen in langjährigen Beobachtungen wertvolle Arbeit geleistet und vielfach neue und für unser Verständnis der Vegetationsverteilung bedeutungsvolle Gesichtspunkte gewonnen hat. Außerdem hat *Furlani* (1926) Messungen der Bodenstrahlung mit dem Schleifengalvanometer durchgeführt. Schließlich wurde die Größe der Verdunstung durch *H. Walter* (1928) an verschiedenen Pflanzenstandorten des Gebietes bestimmt.

Doch erst vor wenigen Jahren war es möglich, bioklimatische Beobachtungen auf breiter Basis und einheitlichen Gesichtspunkten unter Mitarbeit zahlreicher Spezialforscher zu beginnen. Das Netz der staatlichen meteorologischen Stationen ist viel zu weitmaschig, um genaue Aufschlüsse über die Klimaentwicklung eines begrenzten Gebietes und eine brauchbare Grundlage für das Verständnis der Verteilung und den Ablauf des Lebens zu liefern. Es wurde daher von der Biologischen Station Lunz geplant, die hervorragende Eignung ihres Arbeitsgebietes für die Verfolgung dieser Fragen auszunützen und durch Anlage einer möglichst dichten, unter den verschiedensten Bedingungen des Bodenreliefs aufgestellten Reihe von Beobachtungsstationen sowohl die Außenfaktoren wie die Lebensgemeinschaften bestimmter Biotope fortlaufend zu kontrollieren. Bei dem raschen Fortschreiten der theoretischen und praktischen Ökologie (Land- und Forstwirtschaft) ergeben sich derartige Forderungen von selbst; nur die Kostspieligkeit der hiefür nötigen Apparaturen und vor allem die technische Schwierigkeit einer lückenlosen Fortführung der Beobachtungen in von den Zentren der Wissenschaft entlegenen Gebieten sind die Ursache, daß derartige Untersuchungen noch nicht häufiger in Angriff genommen wurden.

Auch in Lunz war es zunächst der Mangel an einer genügenden Anzahl von Instrumenten, der der Verwirklichung des Planes im Wege stand. Die erste Gelegenheit, die Durchführbarkeit fortlaufender Beobachtungen in unserem unwegsamem Gebirge zu erproben, ergab die zunächst für ganz andere (aerodynamische) Zwecke im Herbst 1927 erfolgte Aufstellung zweier Thermographen durch F. Exner. Von den beiden Instrumenten wurde das eine im Tal (beim Mittersee), das andere auf einem unmittelbar darüber gelegenen Felsvorsprung („Höherstein“) 500 m höher aufgestellt. Die Ergebnisse ihrer Registrierungen waren so ermutigend (Exner, 1928), daß sie Prof. W. Schmidt, den Nachfolger Exners als Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie in Wien, bewogen, den weiteren Ausbau der Kleinklimabeobachtungen zu übernehmen, sowie auch an der Organisation des Gesamtarbeitsplanes tatkräftig mitzuwirken.

Gemeinsam mit W. Schmidt wurde im Winter 1928 eine aus Meteorologen, Botanikern, Zoologen, Bodenchemikern, Mikrobiologen und Forstleuten bestehende Arbeitsgemeinschaft ins Leben gerufen, die sich das Ziel setzte, von möglichst vielen Seiten an das Problem heranzugehen (W. Schmidt, H. Gams, W. Kühnelt, J. Furlani, H. Müller, 1929). Die Mittel für die Beschaffung der Instrumente und den Betrieb wurden in großzügiger Weise von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft bereitgestellt und die Aufstellung der Stationen von der Dr. Kupelwieserschen Forstverwaltung nicht nur gestattet, sondern auch in jeder Hinsicht gefördert. Eine Subvention floß der Unternehmung später auch vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft zu.

Im Sommer 1928 konnten die Beobachtungen beginnen. Die Stationen waren von vornherein nicht bleibend gedacht, eine Beweglichkeit erschien wünschenswert, um durch einen Wechsel der Aufstellung jeweils nach Ablauf einer gewissen Zeit allmählig die klimatischen und ökologischen Bedingungen des ganzen Gebietes zu erfassen. Die erste Stationsreihe überquerte in einem Bogen den nordwestlichen Schenkel des hufeisenförmigen Dürrensteinmassivs und umfaßte Höhenlagen von 600—1500 m. Nähere Angaben über die 12 Stationen finden sich in der Seite 364 (nach Schmidt usw., 1929) wiedergegebenen Tabelle.

Eine jede Station wurde mit einem Thermohygrographen, einem Stationsthermometer, drei Luftextremthermometern in verschiedenen Höhen über dem Boden (5, 30 und 100 cm), drei Bodenextremthermometern in 5, 10 und 20 cm Tiefe und einem Regenmesser ausgestattet. Außerdem wurden noch an einzelnen Stellen Baumextremthermometer

### Übersicht über die Stationen.

Name	Seehöhe m	Lage	Boden	Vegetation am Platz; in der Umgebung
Biologische Station	610	Talboden	Alluvium	Wiesen, Kulturland
Schreier	780	Hang	Schutthalde, Dachsteinkalk	Hochstaudenflur; Haselbusch und Mischwald
Mitterseeboden	770	Talboden	Alluvium	Wildläger; Nadelwald
Höhersteinschlag	970	Hang	Dachsteinkalk	Hochstaudenflur; Mischwald
Höherstein	1230	Plateauvorsprung	Dachsteinkalk	Felsenheide; Nadel- und Laubwald
Meisterau	1530	Plateau	Dachsteinkalk	Almwiesen, oberhalb der Buchengrenze
Bärental	1460	Plateau	Dachsteinkalk	Almwiesen und Tümpel zwischen Fichten und Latschen
Gstettneralm	1270	Dolinenboden	Dachsteinkalk	Almwiese und Tümpel, Hänge, Krummholz
Finstergstaud	1110	Querriegel im stark abfallenden Tal	Dolomit und Kalk	Hochstaudenflur; Fichtenwald
Nos	1022	Steile Rippe	Dolomit	Erikaheide mit Stechpalmen, Krummholz, Föhren u. a.
Mitterriedl	820	Steile Rinne	Dolomit	Krummholz und Quellflur
Lehen	600	Talboden	Alluvium Moräne	Wiesen, Kulturland
Seekopfsattel	790	Paßlage	Lunzer Sandstein und Moräne	Weide, Laubwald, Nadelwald

in stehende und gefällte Stämme eingebaut. Innerhalb einer jeden (gegen unerwünschte Eingriffe mit einer Umzäunung umgebenen) Beobachtungsstelle wurde bei den allwöchentlich durch den Laboranten der Biologischen Station Sepp Aigner erfolgenden Begehungen bestimmte charakteristische Pflanzen gegen einen Maßstab photographiert (Leica-Aufnahmen), um den unter den jeweiligen Außenbedingungen erfolgten

*Temperaturverlauf an den Lunzer Stationen i.d. Zeit  
vom 19.-25. 1. 1930*

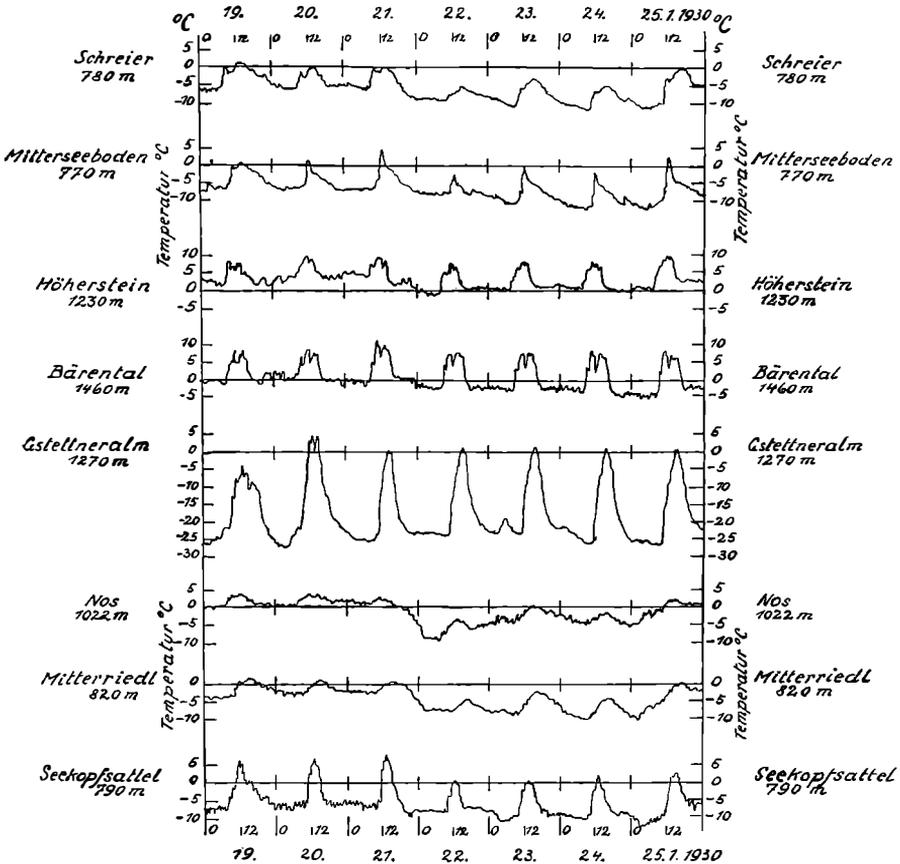


Fig. 3.

Zuwachs, die Blütenentwicklung usw. festzuhalten. Außerdem erfolgten faunistische Aufsammlungen; das Auftreten der Pflanzenkrankheiten und der tierischen Schädlinge wurde beobachtet, der Holzzuwachs gemessen, die Veränderungen in der Mikroflora des Bodens und die Intensität der durch sie bedingten Stoffumsätze studiert.

Somit war, als im letzten Sommer diese erste Stationsreihe abge-

brochen wurde, um an einer anderen Linie des Gebietes Aufstellung zu finden, ein überreiches Material zusammengebracht worden, dessen Sichtung und Aufarbeitung derzeit noch nicht abgeschlossen ist. Einen Überblick gestatten naturgemäß zunächst die meteorologischen Beobachtungen, von denen Schmidt bereits sehr viel in graphischen Darstellungen — neben einigen Teilergebnissen der biologischen Forschungen — auf der Tagung der Deutschen und Österreichischen Meteorologischen Gesellschaft in Wien (September 1931) vorführen konnte. Es ist hier nicht der Raum, auch nur die wichtigsten Ergebnisse darzulegen; nur so viel sei gesagt, daß ein Vergleich der auf so engem Raum gewonnenen klimatischen Daten überraschen muß. Als Probe sei von den Tabellen Schmidts jene hier wiedergegeben, in welcher die Temperaturregistrierungen der einzelnen Stationen von einer und derselben Winterwoche untereinander eingezeichnet sind (Fig. 3). Die Unterschiede sind ins Auge springend. Deutlich heben sich die Stationen des Gebirgshanges durch sehr gemilderte Extreme von den anderen ab. Am klarsten tritt dies beim Vergleich der ungefähr in derselben Höhe gelegenen und in der Luftlinie nur 2 km voneinander entfernten Stationen „Höherstein“ und „Gstettneralm“ zutage. („Höherstein“ ist der schon oben erwähnte Felsvorsprung am linken Hang des Seebachtales, „Gstettneralm“ eine SW davon gelegene große Doline von nicht ganz 1 km Durchmesser, deren Umrahmung sich an der niedrigsten Stelle 50 m über den Boden erhebt). An der Hangstation ist die Temperatur in der betreffenden Woche kaum unter 0° gefallen, in der Doline dagegen kaum über 0° gestiegen und die mächtig ausgebildeten Minima erreichten hier bis gegen — 30°. Die Gstettneralm ist nach unseren Beobachtungen (Schmidt, 1929) der kälteste (gemessene) Punkt Mitteleuropas. Im Winter 1928/29 wurden wiederholt Minima zwischen — 40 und — 50° registriert und am 31. März 1931 wurde während des Besuches durch den Beobachter — 45° abgelesen. Auch im Sommer (August) sind tiefe Temperaturen, z. B. — 8°, keine Seltenheit. Dieses „sibirische“ Klima findet auch seinen Ausdruck in der Verteilung der Flora und der Fauna. Der Boden dieses Kältesees ist sehr arm an Pflanzen- und Tierarten. Es zeigt sich eine deutliche Umkehr der Vegetationsfolge; von Bäumen steigt nur die widerstandsfähige Latsche auf den Grund des Kessels hinab, während Fichten nur seine Hänge und einzelne vom Grunde sich erhebende Felsblöcke besiedeln.

Ein Gegenstück zur Gstettneralm bildet die nur etwa 1 km davon entfernt am Hang des Lechnergrabens etwas tiefer gelegene Station „Nos“. Hier verraten die Temperaturregistrierungen während des ganzen Jahres ein überaus ausgeglichenes Klima. Das Diagramm in unserer

Figur läßt die Tagesschwankungen kaum erkennen. Auch diese Besonderheit der klimatischen Bedingungen wird von charakteristischen Formen der Vegetation begleitet: Auf der „Nos“ wächst die immergrüne Stechpalme (*Ilex*) und die tropischen Familien angehörenden seltenen Moose *Hookeria* und *Brotherella*, Relikte aus einer Klimaperiode von ozeanischem Charakter, die an diesem bevorzugten Ort sich halten konnten.

Die eingehende Auswertung der meteorologischen Ausbeute der Lunzer Beobachtungen wird Prof. Schmidt bald erscheinen lassen, eine Arbeit eines Schülers P. Lehmann (1931) über den  $\text{CO}_2$ -Austausch liegt bereits vor. Die biologischen Ergebnisse will ich hier übergehen, da sie einerseits nicht in den Rahmen dieses Referates gehören, andererseits nur zum geringen Teil bisher ausgearbeitet vorliegen. Es sei nur noch erwähnt, daß außer den oben schon genannten Herren noch Prof. Janke, Dr. Szilvinyi, Dr. Dißmann (Mikrobiologie), Dr. Fischer (Phytopathologie), Dr. Sigmond (Forstbotanik) und Dr. Herzner (Bodenchemie) mitwirken. Als erste Veröffentlichung sei eine kürzlich erschienene Arbeit Dr. Schimitscheks (1931) genannt, welcher die Bedeutung des Klimas auf engstem Raum, wie es sich unter der Rinde eines liegenden Baumstammes gestaltet, auf die Entwicklung von Borkenkäfern darlegt: Die Oberseite und die Unterseite zeigen eine hohe Sterblichkeit der Larven (bis zu 100%), die eine durch zu hohe Temperaturen, die andere durch zu hohe Feuchtigkeit. Nur in den Larvengängen an den Seiten des Baumes war das Gedeihen normal (Sterblichkeit 0%).

In einem gewissen Zusammenhang mit der bioklimatischen Stationsreihe stehen Untersuchungen über das „Dolomit-Phänomen“, wie es uns im Lechnergraben (in der Nähe der Stationen „Finstergstaad“, „Nos“ und „Mitterriedl“) besonders schön entgegentritt. Wir verstehen darunter das Auftreten einer hochalpinen Pflanzengesellschaft auf Dolomithoden in einer Höhenlage (600—1000 m), wo auf Kalk noch durchwegs die montane Vegetation dominiert. Außer den alpinen treten noch andere Pflanzen in unserem Gebiet ausschließlich auf Dolomit auf, so insbesondere die Föhre. Man kann die Föhre im Lunzer Gebiet direkt als Anzeiger für Dolomit benützen, worauf mich der Heimatforscher Haberfellner schon vor vielen Jahren hingewiesen hat. Seit Haberfellners Zeiten haben wir das Dolomitphänomen nicht aus dem Auge verloren. Die erste Veröffentlichung darüber erschien von H. Gams im Jahre 1930. Er hat darin eine eingehende Analyse der Vegetation, die Verbreitung der Erscheinung im sonstigen Alpengebiet und schließ-

lich ihre Deutung als ein Relikt aus der borealen Klimaperiode der Nach-eiszeit mitgeteilt. A b r a h a m c z i k, K o l i n und W e i ß suchten in bisher unveröffentlichten Untersuchungen dem Problem vom Standpunkt der Bodenchemie und Bakteriologie näher zu kommen. Es zeigte sich, daß die Erscheinung bestimmt nicht klimatisch, sondern edaphisch bedingt ist, und zwar scheint die Ursache vor allem die geringe Wasserkapazität des Dolomitbodens infolge der Armut an tonigen Bestandteilen zu sein, welche die Hygrophyten der montanen Vegetationsstufe im Konkurrenzkampf ausschließt. Doch zeigten sich auch hinsichtlich der bakteriellen Prozesse Unterschiede zwischen Kalk- und Dolomitboden. Die im Lechnergraben wachsenden Fichten lassen, wie Sigmond gezeigt hat, ein überaus kümmerliches Wachstum erkennen. So wies ein 9 cm dickes Stämmchen von der Station Nos 230 Jahresringe auf!

#### d) Arbeitspläne für die Zukunft.

Der im Vorstehenden skizzierte Weg sowohl für die limnologischen wie auch für die bioklimatischen Untersuchungen wird auch die Arbeitsrichtung der Station in der nächsten Zukunft bestimmen. Auf limnologischem Gebiet ist, wie schon erwähnt, eine vergleichende Bearbeitung einer größeren Anzahl von Seen im Ostalpengebiet geplant. Ermöglicht wird dieselbe durch eine sehr wertvolle Neuerwerbung: Ein fahrbares Laboratorium, das dem Leiter der Anstalt und Herrn Prof. W. Schmidt gemeinsam von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und vom österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft für meteorologische und limnologische Studien zur Verfügung gestellt wurde. Ein Schnellastwagen-Chassis trägt eine kastenförmige, mit Fenstern versehene Karosserie, in welche ein kleines Laboratorium für die wichtigsten chemischen und mikroskopischen Felduntersuchungen mit Tischen, Schränken usw. so eingebaut ist, daß ohne langwieriges Auspacken an jedem Ort mit der Arbeit begonnen werden kann.

Die bioklimatischen Arbeiten werden vom letzten Sommer an mit einer neuen Stationsreihe, welche an die alte beim Mittersee anschließt und durch das Seebachtal über den Obersee, die Herrenalm auf den Dürrensteingipfel bis zu einer Höhe von 1870 m führt, fortgesetzt. Es besteht die Absicht, durch Heranziehung weiterer Mitarbeiter die Tätigkeit, insbesondere auf ökologischem Gebiet, noch auszubauen.

#### Die Arbeiten der Biologischen Station Lunz.

(Soweit sie für die Geographie von Belang sind.)

Brehm, V., und Ruttner, F. 1926. Die Biocönosen der Lunzer Gewässer. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 16.

- Exner, F.** 1928. Über Temperaturseiches im Lunzer See. Ann. d. Hydrogr. und maritimen Meteorol.
- Exner, F.** 1927. Über die Aufstiegs geschwindigkeit von Luftblasen im Wasser. Physikal. Zeitschr. 28.
- 1928. Vorläufiger Bericht über Temperaturen an einem Gebirgshang. Beitr. z. Physik der freien Atmosphäre.
- Furlani, J.** 1926. Untersuchungen mit dem neuen Zeißschen Schleifengalvanometer über Bodenstrahlung und über Diathermansie von Pflanzenblättern. Fortschr. d. Landwirtsch.
- 1930. 1. Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden, I. u. II. Österr. Bot. Zeitschr. 79.
- 1930. 2. Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden, III. u. IV., ebenda.
- 1931. Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden, V., ebenda, 80.
- Gams, H.** 1927. Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 18.
- 1929. Kurze Übersicht über die Pflanzendecke der Umgebung von Lunz. D. Verl. f. Jugend u. Volk.
- 1930. Über Reliktöhrenwälder und das Dolomitphänomen. Ergeb. d. Internat. pflanzengeogr. Exkursion. Zürich.
- Göttinger, G.** 1908. Der Lunzer Mittersee, ein Grundwassersee in den niederösterreichischen Kalkalpen. I. u. II. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., 1.
- 1909. Studien über das Eis des Lunzer Ober- und Untersees, ebenda, 2.
- 1912. Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes, ebenda, 3 u. 4. Hydrogr. Suppl. 1 u. 2.
- 1914. Bericht über die physikalisch-geographischen Untersuchungen an den Lunzer Seen, ebenda 9.
- 1917. Die Eisverhältnisse der Lunzer Seen, ebenda 5, Hydrogr. Suppl. 3.
- Herrmann, K.** 1931. Meteorologische Beobachtungen während der Deutschen Limnologischen Sundaexpedition. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. 8.
- Klein, G., und Steiner, M.** 1929. Bakteriologisch-chemische Untersuchungen am Lunzer See, I. Österr. Bot. Zeitschr. 78.
- Krawany, H.** 1929. Die Lunzer Seen. Ein Führer. D. Verl. f. Jugend u. Volk, Wien.
- Lehmann, P.** 1931. Messungen der freien Kohlensäure in und über dem Boden einiger bioklimatischer Stationen des Lunzer Seengebietes. Österr. Bot. Zeitschr. 80.
- Merker, E.** 1931. Die Fluoreszenz und die Lichtdurchlässigkeit der bewohnten Gewässer. Zoolog. Jahrb.
- Mulley, G.** 1914. Analysen des Schlammes der Lunzer Seen. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 5, Hydrogr. Suppl. 3.
- u. **Wittmann, J.** 1914. Analysen des Wassers der Lunzer Seen, ebenda.
- Neresheimer E., u. Ruttner F.** 1928. Eine fischereibiologische Untersuchung am Traunsee. Zeitschr. f. Fischerei.
- — 1929. Der Einfluß der Abwässer des Magnesitwerkes in Radenthein auf den Chemismus, die Biologie und die Fischerei des Millstätter Sees in Kärnten, ebenda.

- Ruttner, F. 1913. Über einige bei der Untersuchung der Lunzer Seen verwendete Apparate und Gerätschaften. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 6.
- Ruttner, F. 1914. 1. Bericht über die Planktonuntersuchungen an den Lunzer Seen, ebenda, 9.
- 1914. 2. Das elektrolytische Leitvermögen des Wassers der Lunzer Seen, ebenda 6, Hydrogr. Suppl. 4.
  - 1921. Das elektrolyt. Leitvermögen verdünnter Lösungen unter dem Einfluß subweiser Gewächse I. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 130.
  - 1924. Eine biolog. Methode zur Untersuchung des Lichtklimas im Wasser. Naturwissenschaften 12.
  - 1924. Die Biologische Station in Lunz, ihre Einrichtung und Arbeitsweise. Abderhalden, Handb. d. biol. Arbeitsmethoden.
  - 1926. Bemerkungen über den Sauerstoffgehalt der Gewässer und dessen respiratorischen Wert. Naturwissenschaften 14.
  - 1929. Das Plankton des Lunzer Untersees, seine Verteilung in Raum und Zeit. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 23.
  - 1931. Hydrographische und hydrochemische Beobachtungen auf Java, Sumatra u. Bali. Arch. f. Hydrobiol., Suppl. 8.
  - 1931. Die Schichtung in tropischen Seen, Verh. d. Internat. Ver. f. Limnol. V.
- Schimitschek, E. 1931. Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiete von Lunz. I. Zeitschr. f. Entomol. 18.
- Schmidt, W. 1915. Über den Energiegehalt der Seen. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. Suppl. zu Bd. 6.
- 1927, 1. Das Wärmelot, ein Gerät zum Aufzeichnen der Tiefentemperaturen in stehenden Gewässern. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. mathem.-naturw. Kl.
  - 1927. 2. Über Boden- und Wassertemperaturen. Meteorolog. Zeitschr.
  - 1929. Feinmessungen der Temperatur an den Lunzer Seen. Petermanns. geogr. Mitt.
  - 1928. Über die Temperatur- und Stabilitätsverhältnisse von Seen. Geograph. Annalen.
  - 1930. Die tiefsten Mitteltemperaturen von Mitteleuropa. Naturwiss. 18.
- Schmidt W., Gams H., Kühnelt W., Furlani J., Müller H. 1929. Bioklimatische Untersuchungen im Lunzer Gebiet. Naturwissenschaften 17.
- Walter, H. 1928. Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raum in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Jahrb. f. wiss. Bot. 68.



Die Biologische Station Lunz; Laboratoriumsgebäude.



Die bioklimatische Station Gstettneralm, der Ort der tiefsten Minimumtemperaturen in Mitteleuropa.