

ZUR GEOLOGIE DER SALZKAMMERGUTSEEN

Von Dr. Josef Schädler

Die Salzkammergutseen sind, wie allgemein die Alpenseen, Erscheinungen der jüngsten geologischen Vergangenheit, im wesentlichen Kinder der Eiszeit. In geologischer Sicht recht vergängliche und kurzlebige Gebilde. Es umfaßt ihre Geschichte die Nacheiszeit oder Heutzeit bis auf unsere Tage, also einen erdgeschichtlich sehr kurzen Zeitabschnitt.

Anders die Geologie des Landschaftsrahmens, in dem die Salzkammergutseen eingebettet liegen; vor allem damit verknüpft die Frage, warum gerade das Salzkammergut im Gegensatz zu Nachbargebieten so seenreich ist. Mit dieser Frage wird die der erdgeschichtlichen Entwicklung des Raumes und die der alpinen Gebirgsbildung im allgemeinen aufgerollt. Im Gebirgsbau erscheint die Großgliederung der Landschaft begründet, während die Feingliederung der Landschaft und der Geländeformen und damit die Entstehung und Begünstigung der Bildung von Becken-Hohlformen und Seewannen mit der Gesteinsbeschaffenheit und dem Schichtenbau im einzelnen zusammenhängt. Diese Anlagen und Vorbedingungen reichen weit in die erdgeschichtliche Vergangenheit zurück; ihre Eigenart und Besonderheit wirkte durch die langen erdgeschichtlichen Zeiten weiter und bestimmt weitgehend das heutige Landschaftsbild.

Es soll zunächst eine Übersicht der Seenlandschaft des Salzkammergutes gegeben werden und anschließend eine kurze Übersicht der besonderen geologischen Verhältnisse des Salzkammergutes, mit denen sein Seenreichtum zusammenhängt und durch die er bedingt erscheint.

Anschließend wird der Gebirgsbau und die mit ihm verknüpfte Entstehung des vor-eiszeitlichen Landschaftsreliefs und Talnetzes, weiters die Seenbildung während und am Ende der Eiszeit dargestellt und schließlich das nacheiszeitliche Schicksal der Salzkammergutseen, also die Seengeologie im engeren Sinne geschildert¹⁾.

I.

DIE SEENLANDSCHAFT DES SALZKAMMERGUTES

Das Seengebiet des Salzkammerguts reicht von den Kalkhochalpen über die Kalkvoralpen und über die Flyschzone bis an den Rand des Alpenvorlandes. Es stellt keine eintönige Seenplatte oder einfache Seenkette dar. Der Landschaftsrahmen ist höchst abwechslungsreich gegliedert. Nicht nur durch die große Anzahl von Seen, sondern auch durch die außerordentliche Mannigfaltigkeit von Seetypen ist das Gebiet ausgezeichnet.

Insgesamt werden etwa 70 Seen als dem Salzkammergut zugehörig aufgezählt. Sie verteilen sich auf ein Gebiet von rund 2500 Quadratkilometer, das im wesentlichen dem alpinen Einzugsgebiet der oberösterreichischen Traun entspricht. Nur fünf dieser stattlichen Seenliste (Attersee, Traunsee, Mondsee, Wolfgangsee und Hallstätter See) haben bei und über 10 Quadratkilometer Wasserfläche, weitere 13 weisen eine solche über 10 Hektar auf, während alle restlichen — etwa an die fünfzig — Klein- und Kleinstseen zumeist Hochgebirgsseen darstellen²⁾.



Abb. 12: Der Traunsee. Blick von Süden auf das Nordende des Sees. Im Vordergrund Traunkirchen auf dem nördlichsten kalkalpinen Randschuppen. Rechts im Bild der Nordabfall des Traunstein (Wettersteinkalk) und der Waldrücken des Grünberges (Flyschzone). Zwischen diesen und dem links oben im Bild sichtbaren, ebenfalls der Flyschzone (obere Kreide) angehörigen Gmundnerberg, der Moränengürtel mit der Stadt Gmunden: Übergang zum Alpenvorland. Der Traunsee ist ein typischer Alpenrandsee.

Landschaftlich läßt sich das Seengebiet in das innere und in das äußere Salzkammergut gliedern.

Das innere Salzkammergut liegt im Bereich der Kalkhochalpen. Die Landschaft wird hier von zwei Gebirgsstöcken beherrscht, dem *Dachstein*, dessen Gipfel bis nahe an die 3000-m-Grenze heranreicht, und dem *Toten Gebirge*. Während die Hochregionen der Zentralalpen in zahllose Gipfel, Käme und Rücken aufgelöst sind, erscheinen sie in den Kalkhochalpen vielfach zu ausgedehnten verkarsteten Hochflächen zusammengeschlossen. Dachstein und Totes Gebirge mit zusammen rund 500 Quadratkilometer sind die größten Karsthochflächen der Alpen. Charaktergestein ist der über tausend Meter mächtige Dachsteinkalk. Seine meist flache Lagerung begünstigt die Ausbildung der Hochflächen und die Entstehung von Karsthöhlen. Die Dachsteinhöhlen gehören zu den bedeutendsten der Ostalpen.

Die meisten der vielen Klein- und Kleinstseen des Salzkammergutes sind an diese Hochkarste gebunden, nach Art von „Meeraugen“ bilden sie einen besonderen Reiz der öden Steinwüste oberhalb der Waldgrenze.

Der Hauptfluß des Seengebietes, die *Traun* hat ihren Ursprung inmitten der Kalkhochalpen, in dem zwischen dem Dachstein und dem *Toten Gebirge* tief eingesenkten

Becken des Ausseerlandes. *Grundlsee* mit dem *Toplitz-* und *Kammersee*, *Altaussee* und *Ödensee* haben den Charakter von Karstquellseen. Am Fuße der Felsabbrüche und Steilhänge der Hochgebirgsstöcke gelegen, hat sie J. Müller seinerzeit als „Sacktalseen“ bezeichnet und als eigene Seengruppe zusammengefaßt, der auch einige weitere wie die *Gosausen*, ferner der *Offensee* und der *Almsee*, ferner auch die *Langbathseen* zuzählen wären.

Die Traun verläßt das Ausseerbecken im felsigen, schluchtartigen Engtal des *Koppen* und durchfließt anschließend den *Hallstätter See*, der landschaftlich förmlich nur eine Fortsetzung der Koppenschlucht darstellt. Dieser fjordartig enge Felstrogsee hat größte Ähnlichkeit mit dem Königsee bei Berchtesgaden.

Am Nordende des Hallstätter Sees weitet sich das Trauntal zum Becken von Goisern und weiterhin nach der kurzen Talenge von Lauffen zum Becken von Ischl. In diesen beiden großen Talweitungen fehlen Seen; sie sind von eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Ablagerungen aufgefüllt und zugeschüttet.

Das übrige Seengebiet liegt im *äußeren Salzkammergut*, im Bereich der Kalkvoralpen und der Flyschzone. An Stelle der großen tafelförmigen Gebirgsstöcke treten einzelne kleinere Berggruppen, die ungegliederten Karsthochflächen sind in Bergrücken aufgelöst. Die felsigen, kahlen Gipfel bleiben unter der 2000-Meter-Grenze, wobei *Höllengebirge* und *Traunstein* aus Wettersteinkalk, der *Schafberg* aus mannigfachen kalkigen und dolomitischen Trias- und Juraschichten in lebhafter Gliederung besteht. Im übrigen bildet der Hauptdolomit das vorherrschende Gestein. Seine regelmäßigen Kegel und Kuppen bilden die Charaktergestalten dieses wald- und wildreichen Mittelgebirges.

Die Nordgrenze der Kalkvoralpen wird durch eine Front von felsigen Steilabbrüchen gebildet. Sie hebt sich im Landschaftsbild durchaus scharf von den mildereren Geländeformen der Flyschzone ab.

Die Höhenrücken der Flyschzone, früher auch Wiener Sandsteinzone genannt, reichen etwa bis zur 1000-m-Grenze auf, sind reich bewaldet und vielfach auch schon landwirtschaftlich genützt.

In dieser Mittelgebirgslandschaft der Kalkvoralpen und der Flyschzone liegen nun außer dem schon genannten Hallstätter See alle größeren Seen eingebettet. Der *Traunsee* in einer landschaftlichen Grenzlage, im oberen Teil fjordartig felsig und eng, im unteren freundlich geweitet, vermittelt einen der schönsten Eintritte vom Vorland in die Alpenwelt. Der *Wolfgang-* oder *Abersee* liegt im kalkalpinen Bereich in einer Längstal-Fortsetzung des Ischler Beckens, ebenso auch der *Fuschlsee*. Am *Mondsee*, in einer Randsenke der Kalkalpen – Flyschzone gelegen, tritt der landschaftliche Gegensatz dieser beiden Zonen besonders eindrucksvoll in Erscheinung. Auch das Südufer des *Attersees* berührt noch die Kalkalpenfront, während er sich im übrigen ebenso wie der *Zeller-* oder *Irrsee* zur Gänze in einer Quertalsenke der Flyschzone ausbreitet.

Die Täler und Senken rings um den *Schafberg* sind das *Hauptseenland*: Fünf größere und ein Gefolge mehrerer kleinerer Seen liegen eng gruppiert. Die Seenfläche umfaßt etwa 14 Prozent des Einzugsgebietes gegenüber rund 5 Prozent im Gesamtgebiet. Der Standort des Bundesinstitutes für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling am Mondsee, annähernd im Mittelpunkt dieser Seengruppe, erscheint daher sehr richtig gewählt. Die eigenartige Verzahnung der Landesgrenzen von Oberösterreich und Salzburg in diesem Seenland hängt mit dem Streben der früheren Landesfürsten zusammen, sich möglichst an jedem der drei Hauptseen Zugang und Einfluß zu sichern.

So gliedert sich das Salzkammergut-Seengebiet in das des inneren Salzkammergutes mit den zahlreichen Klein- und Kleinstseen auf den Hochkarstflächen und mit den felsumrahmten Talschluß- und Sacktalseen im Umkreis der Hochgebirgsstöcke sowie mit dem Hallstätter See, dem einzigartigen fjordartigem Felskessel inmitten der Kalkhochalpen,

ferner in ein äußeres Seengebiet mit den großen Tal- und Durchflußseen am Alpenrand und einer Reihe von kleineren Begleitseen im Haupttal der Traun und vor allem im westlichen Gebiet im Seenland rings um den Schafberg im Flußgebiet der Ager.

Die Mannigfaltigkeit ist eine ganz außerordentliche und auf so engem Raum kaum irgendwo in den Alpen übertroffen. Vom flachufrigen, hügelumrahmten Voralpensee über den waldigen und felsigen Bergsee reicht die bunte Formenreihe bis zum Kleinsee in der Steinwüste des Hochkarst und bis zum Eissee am Gletscherrand. Sogar ein kleiner Höhlensee, der unterirdische Rötelsee am Ostufer des Traunsee erscheint in der Seenliste und vervollständigt das höchst abwechslungsreiche Gesamtbild der Salzkammergutseen.

II.

DIE BESONDERHEITEN DER GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DES SALZKAMMERGUTES

Das Salzkammergut liegt im Bereich der nördlichen Kalkalpen etwa in der Mitte dieses Gebirgszuges, annähernd gleich weit von seinem westlichen Ende am Rhein und Bodensee wie von seinem östlichen im Wiener Becken entfernt. Es teilt dieser Mittelabschnitt das allgemeine erdgeschichtliche Schicksal dieses Alpenraumes. Seine Baustoffe und Gesteinschichten gehören einheitlich der Trias-, Jura- und Kreideformation an und einheitlich wird der Gebirgsbau des Gesamtgebietes vom alpinen Deckenbau beherrscht. Einheitlich erfolgte im Gesamttraum die jugendliche Heraushebung zum Gebirge und Hochgebirge. Gemeinsam ist die allgemeine Entwässerungsrichtung zur Vorflut der Donau und die hierdurch bedingte Anlage des Talnetzes. Die Ausgangslage für die Landschaftsgestaltung und die Vorbedingungen für die Talbildung und Entstehung von Hohlformen erscheinen demnach im Gesamtbereich der nördlichen Kalkalpen die gleichen zu sein.

Das Salzkammergut nimmt in diesem einheitlichen Rahmen aber in mehrfacher Hinsicht eine ausgesprochene Sonderstellung ein, die gerade in der Frage der Seenbildung von entscheidender Bedeutung ist und in der sein Seenreichtum geologisch begründet ist.

Im Gebirgsbau drückt sich diese Sonderstellung darin aus, daß im Salzkammergut und im anschließenden Salzburger Land die Baueinheit der sogenannten juvavischen oder Hallstätter Zone ihre Bestausbildung und größte Ausdehnung erfährt. Es weisen in dieser Zone die Triasschichten in der Form der ammonitenreichen Hallstätter Kalke eine besondere Ausbildung auf; vor allem aber ist sie durch das Vorkommen von Salz und Salzbegleitgesteinen ausgezeichnet. Drei der fünf alpinen Salzbergbaue, nämlich Hallstatt, Aussee und Ischl liegen hier im Salzkammergut und haben ihm seinen Namen gegeben. Der vierte findet sich benachbart in Hallein-Berchtesgaden bei Salzburg, der fünfte bekanntlich in Hall in Tirol weiter westlich.

Hinzu kommt, daß im Salzkammergut die Trias- und Jurakalke zu ungewöhnlicher Mächtigkeit anschwellen und es wird im folgenden näher ausgeführt werden, wie sich die Vergesellschaftung der besonders leicht zerstörbaren und ausräumbaren Salze und Salzgesteine und der besonders widerstandsfähigen und formbewahrenden großen Kalkkörper im Landschaftsbild auswirkt und die Entstehung von tiefeingesenkten Hohlformen, felsumschlossenen Becken und kesselförmigen Talschlüssen, wie sie für das innere Salzkammergut kennzeichnend sind, bedingen und begünstigen.

Entscheidend für die Seenbildung und für den Seenreichtum des Salzkammergutes ist jedoch die besondere Raumlage dieses Mittelabschnittes der Nordalpen zur Zeit der großen eiszeitlichen Vergletscherung. Die Seen sind Kinder der Eiszeit. Der Tiefenschurf der Gletscher und die Verdämmung durch die Moränen haben in erster Linie jene Hohlformen geschaffen, die sich nach dem Eisrückgang mit den Seen füllten.

In der Eiszeit nun lag das Salzkammergut und sein Seengebiet in der Übergangszone der sehr stark vergletscherten westlichen Teile der Nordalpen zu dem östlichen gletscherarmen bis völlig eisfreien Abschnitt. Während im westlich benachbartem Salzachgebiet gleich wie im weiter anschließendem Inn-, Isar- und Rheintal die Eiszeitgletscher viele Kilometer ins Alpenvorland vorstießen und ihre weitgespannten Moränenkränze dort große Vorlandseen aufstauten, reichten im Traungebiet die Gletscher bis zum Alpenrand und nur zeitweise wenig darüber hinaus. Die Endmoränen verdämmten die Talausgänge und stauten hier typische Alpenrandseen auf.

Im östlich benachbartem Ennstal endete die eiszeitliche Talvergletscherung weit innerhalb der Alpen. Im äußeren Ennstal gibt es daher keine Moränenstauseen; erst durch die Kraftwerksbauten entsteht hier in unseren Tagen eine künstliche Seenkette.

Schließlich sei noch auf einen weiteren Punkt hingewiesen, der in der Frage der Verlandung und Zuschüttung und damit der Lebensdauer der Seen eine Rolle spielt.

Die Seen des Salzkammergutes gehören fast durchaus dem Einzugsgebiet der oberösterreichischen Traun an. Es liegt dieses zur Gänze innerhalb der Kalkalpen und der Flyschzone und greift über diese nicht hinaus. Es unterscheidet sich hiedurch von dem seiner Nachbarflüsse, der Salzach, dem Inn und der Enns. Deren Ursprünge und Oberlaufstrecken reichen weit über die Kalkalpen hinaus in die Zentralalpen und empfangen aus diesen sehr bedeutende Sinkstoff- und Geschiebemassen zur Abfrachtung. Hingegen stammen die Zuflüsse der Traun und ihrer Seen weitgehend aus sinkstoff- und geschiebefreien Karstquellen.

III.

GEBIRGSBAU

In der Zusammenschau bietet der Gebirgsbau des Salzkammergutes das Bild von flachen, als Decken bezeichneten tafelförmigen Bewegungskörpern, die nach Art von Gleitbreitern mit nordwärts gerichtetem Bewegungssinn übereinander geschoben und sowohl am Nordrand wie auch am Südrand zu Schuppenzonen angestaucht sind. Ähnlich einem Eisstoß haben sich über dem sich einengenden, in der Tiefe versinkenden Unterbau des Gebirges die tektonischen Baueinheiten, Decken und Schollen flach über- und unterverschoben und örtlich auch steil angeschoppt³⁾.

Von den tektonischen Bau- und Bewegungseinheiten, die sich im Salzkammergut unterscheiden lassen, wurde die *juvavische* oder *Hallstätter Zone* schon als besonders kennzeichnend und für die Landschaftsbildung bedeutungsvoll hervorgehoben. Sie zieht in West-Ost-Richtung im Bereich der Salzberge durch das innere Salzkammergut und ist den großen, flachgelagerten Kalktafeln der *Dachstein-* und *Totengebirgsdecke* tektonisch zwischengeschaltet. Diese beiden werden mit den nördlich anschließenden Baukörpern des Schafbergs, des Höllengebirges und des Traunsteins zur übergeordneten, großen, sogenannten tirolischen Baueinheit oder Decke zusammengefaßt. Verschiedentlich werden sie aber auch getrennt bezeichnet, und die Dachstein—Totengebirgsdecken als hochjuvavische oder Hochalpendecke dem nördlichen Gebiet als der Traunalpendecke gegenübergestellt.

Den Außenrand der Kalkalpen begleitet die sogenannte *bajuvarische Zone* oder *Decke*. Sie ist im Seengebiet auf einen schmalen Streifen beschränkt und von der hier weit nach Norden vorgreifenden tirolischen Decke überschoben. Sie bildet zum Unterschied von den flachen südlichen Kalktafeln eine in Steilmulden zusammengestauchte Schuppenzone. Das Westufer des Traunsees zwischen Traunkirchen und Ebensee verdankt dieser lebhaften Tektonik seine romantische Felsgestaltung.

Schließlich stellt sich auch die anscheinend recht einheitliche *Flyschzone* tektonisch als recht verwickeltes Gebilde heraus. Zwei weit von einander getrennt abgelagerte Schicht-



Abb. 13: Blick auf das Südende des Traunsees. Im Bilde links die Felsabstürze des Traunstein (Wettersteinkalk), rechts Traunkirchen und Sonnstein mit dem Hölleengebirge. Im Hintergrund über den Ausläufern des Toten Gebirges (Dachsteinkalk) ist der Hohe Dachstein mit dem Hallstätter Gletscher erkennbar.

folgen sind flach übereinander geschoben und dann eng verfaultet und verschuppt. Mit einer scharfen tektonischen Störungslinie ersten Ranges grenzt dann im Norden die Flyschzone an die tertiäre Molasse des Alpenvorlandes.

Für die Landschaftsformung und im besondern für die Anlage und Bildung der kessel-förmigen Talweitungen und der Seebecken des Salzkammergutes sind zwei tektonische Erscheinungen von wesentlicher Bedeutung: Erstens die Salinar tektonik, der Salzauftrieb im Bereich der Salzgesteine, vor allem der juvavischen oder Hallstätter Zone und zweitens die Erscheinung der großen Querstörungen und kleineren Querverschiebungen, die das einfache Deckenschema verwirren und komplizieren.

Die Salze und Salzbegleitgesteine sind in der Schichtfolge der Kalkalpen an die Werfener Schichten (alpiner Buntsandstein), also an die unterste Trias gebunden, teilweise werden sie auch ins Perm gereiht. Sie finden sich demnach im Liegenden der mächtigen Dolomit- und Kalkgesteinsschichten. Während nun Gips und Anhydrit allgemein und weit verbreitet sind, erscheinen die Vorkommen von Steinsalz, wie schon erwähnt, im wesentlichen auf die juvavische oder Hallstätter Zone beschränkt. Diese Vorkommen bestehen nicht aus reinem Steinsalz, sondern stellen tektonische Mischgesteine aus Steinsalz, Gips-Anhydrit und Tonen dar, die als Haselgebirge bezeichnet werden.

Infolge ihrer geringeren Wichte und ihrer höheren Bildsamkeit zeigen Salzgesteine allgemein die Neigung in die überlagernden Deckschichten einzudringen und sie zu durchbrechen. Es ist diese Erscheinung des Salzaufstiegs oder Salzauftriebs weltweit verbreitet. In Norddeutschland durchlöchern über 200 solcher Salzstöcke (Salzhorste oder Diapire) das Deckgebirge.

Im alpinen Raum überwiegen die waagrechten, flachen, tangential gerichteten Gebirgsbewegungen der Deckenschübe. Im Bereich der juvavischen Zone zeigt sich aber auch der

lotrechte Salzauftrieb wirksam. Die Überschneidung der beiden Bewegungstendenzen bedingt den besonders gestörten und verwickelten Gebirgsbau dieser Zone. Die ursprünglich einheitlichen Decken sind in ein Schollen- und Schuppengebilde, oft in ein Haufwerk kleinster Scherlingskörper innerhalb und im Umkreis der Salzstöcke des Salzkammergutes zerlegt.

Da die Salze wasserlöslich und die begleitenden Tongesteine sehr verwitterungsempfindlich sind, erscheint es verständlich, daß diese tektonischen Trümmerzonen leicht der Zerstörung und dem Abtrag unterliegen, jedenfalls bedeutend leichter als die einheitlichen Kalk- und Dolomitkörper. In der juvavischen Zone erscheint daher die Ausräumung von weiten Becken und Entstehung tiefer Hohlformen besonders begünstigt.

Da allgemein die tonigen, Gips und Anhydrit führenden Werfener Schichten das Liegende der mächtigen Kalkstöcke bilden, ist es weiters verständlich, daß diese bei der Rückwitterung in Steilabstürzen und hohen Wänden abbrechen und von einem Kranz von Talkesseln und Sacktälern mit ihren Quellseen umsäumt sind.

Und nun noch die Rolle der *Querstörungen* im Gebirgsbau. Neben dem im allgemeinen von Süden nach Norden gerichtetem Deckenschub zeigt sich in den Kalkalpen vielfach auch eine von Osten gegen Westen drängende Bewegung wirksam. Die Deckengrenzen verlaufen nicht durchaus geradlinig und parallel dem Gebirgsstreichen, sondern erscheinen schräg und vielfach bogenförmig abgelenkt. Zur Längsschuppung tritt noch eine Zerlegung und Zerteilung in quergestellte Bewegungskörper.

Die Querstörungen verlaufen vielfach Südwest-Nordost, in karpatischer Richtung. Es zeichnet sich in ihnen das Umbiegen der Alpen in die Karpaten ab.

Im Landschaftsbild des äußeren Seengebietes am Nordrand der Kalkalpen treten zwei dieser Querstörungen deutlich in Erscheinung. Jeweils erscheint der Ostflügel der Störung nach Norden verschoben. Am Attersee springt das Höllengebirge um etwa 2 Kilometer, am Traunsee der Traunstein um rund 5 Kilometer staffelförmig vor.

Die Trauntal-Störung ist eine der bedeutendsten Querverschiebungen. Das westliche Tote Gebirge erscheint nach parallelen Störungen aufgespalten und streifenförmig zerlegt. Die große Strobler-Weißenbach-Störung verläuft gleichsinnig Südwest-Nordost. Sie streicht in die juvavische Zone von Ischl aus, mit der sich die Störungsbündel der Schafbergsschuppen scharfen und so das Ischler Becken und seine westliche Fortsetzung zu einem Störungsknoten erster Ordnung machen.

IV.

VOREISZEITLICHE TALBILDUNG

Zur Zeit der Hauptgebirgsbildung waren die Alpen kein Hochgebirge, zeitweise ein niederes Berg- und Hügelland. Die tektonischen Verschiebungen vollzogen sich versenkt in der Tiefe. Erst gegen Ende der tertiären Bewegungsphasen leitete sich der Aufstieg zum Gebirge ein.

Die großen Kalkstöcke sind formenbewahrend und es sind in ihren Hochregionen etwa um 2000 Meter Meereshöhe Reste alter Landoberflächen erhalten geblieben, die in die jüngere Miozänzeit (etwa 20 Millionen Jahre vor der Heutzeit) gereiht und als sogenannte „*Raxlandschaft*“ von G. Göttinger zusammengefaßt werden. In der Umgebung von Bad Ischl lassen sich verschiedentliche Hangstufen und alte Einebnungen in etwa 1000 bis 1200 Meter beobachten, die am Dachstein gegen 1300 bis 1400 Meter ansteigen. Sie entsprechen der „*Feichtensteiner Landschaft*“ wie sie J. Lechner bezeichnet und im Osterhorngebiet herausgeschält hat. Diese wird von A. Winkler-Hermaden neuerdings ins Oberste Pannon, also ins mittlere Pliozän (etwa 10 Millionen Jahre vor der Heutzeit) gestellt⁴).

Die Salzstöcke des Salzkammergutes reichen annähernd bis in diese Höhenlage, so daß man von einem tertiären „Salzspiegel“ sprechen könnte.

Im jüngsten Pliozän nahm die Heraushebung des Alpenkörpers und die Reliefierung seiner Landschaft ihren Fortgang und zwar beschleunigte sich die Bewegung. An Stelle der bisher vorherrschenden flächenhaften Einebnung engte sich nunmehr der Abtrag linienförmig entlang bestimmter Schwächezonen im Gebirgsbau ein. Im Bereich der juvavischen Zone kam es zur Ausbildung von beckenartigen Talweitungen.

Es fällt hiebei auf, daß der Hauptfluß des Salzkammergutes, die Traun, nicht der juvavischen Zone folgte und die Salzstöcke von Aussee, Hallstatt und Ischl unberührt erhalten blieben. Sie sind vom Haupttal durch Felspanzer abgeschirmt und es stecken die Salzdiapire in einem widerstandsfähigen Mantel. Würde dieser aber angerissen werden, so würde der Salzkörper rasch abgetragen werden können und eine tief eingesenkte Hohlform entstehen müssen.

Es nimmt aber das Trauntal im innersten Salzkammergut im Bereich des Dachsteinstockes einen recht eigenwillig gewundenen Verlauf.

Die großen Kalkstöcke entwässerten schon zur Zeit der Raxlandschaft unterirdisch und es sind ausgedehnte Höhlen als Reste des alten Karstentwässerungsnetzes erhalten. Die Anlage der Koppenschlucht und des *Hallstätter Sees* hat E. Spengler mit dem Lauf eines alten größeren Höhlenflusses in Verbindung gebracht. Es münden in ihrem Umkreis ja auch zahlreiche Höhleneingänge und noch aktive Karstquellen⁵⁾.

Für die Ausräumung der Tiefwanne des *Hallstätter Sees* ist aber auch ein Zusammenhang mit salinaren Erscheinungen möglich und denkbar. Durch den vor einigen Jahren vorgetriebenen Erbstollen des Hallstätter Salzberges ist das lamellenförmige Eindringen von Salz- und Salzbegleitsteinen in den starren, umhüllenden und überdeckenden Gebirgskörper bekannt geworden. Das Vorkommen von solchen Abspaltungen salinärer Auftriebsmassen erscheint nun zweifellos mehrfach möglich und könnte ein derartiger schmaler Salzdiapir auch im Bereich des Hallstätter Sees vorhanden gewesen sein. Ein im Koppenwinkel oberhalb der Brunngrube in etwa 1300 m vorgefundener Haselgebirgston könnte als letzter Abtragrest einer solchen Salinarlamelle angesehen werden.

Noch schmaler und enger ist die Felsschlucht, in der der über 100 Meter tiefe *Toplitzsee* im Dachsteinkalk eingesenkt liegt. Professor *Dr. F. Ruttner* hat im Tiefenwasser des Sees einen auffallend hohen Chloridgehalt (bis zu 43.0 mg/l) festgestellt, wohl ein ausgesprochener Hinweis auf die Verknüpfung mit Haselgebirge. An der Südflanke des *Grundlsee*s liegt das Gips-Anhydrit-Vorkommen von Wienern und der *Altaussee* grenzt unmittelbar an das Vorhaupt des Ausseer Salzberges. Die enge Beziehung der tiefen kesselförmigen Hohlformen und Sacktäler sowie der in ihnen ausgeräumten Seewannen mit Salinarkörpern tritt deutlich hervor⁶⁾.

Daß die Ausräumung der Wanne des *Offensees* mit dem Vorkommen von Gips zusammenhängt, beweist das im innersten südöstlichen Winkel des Felskessels am Fuße der Steilwände des Toten Gebirges aufragende Himmelsteinkögel. Dieses stellt den Abtragrest einer steil aufgerichteten tektonischen Schuppe dar, in der 250 bis 300 m über dem Seespiegel eine schmale, abgewinkelte, saigere Spalte mit brekziösem Gips und rötlich-grünem Ton gefüllt ist. Auch in der Umgebung des *Almsee*s steht im Weißeneckgraben Gips an und am Fuß des Traunsteins, nächst der tiefsten Stelle des *Traunsee*s, ist das Vorkommen von Gips bekannt. Das Becken des *Wolfgangsee*s liegt in der Fortsetzung der Salinarzone von Ischl und es findet sich am Westende des Sees bei St. Gilgen Gips.

Eine erhebliche Anzahl der Seewannen erscheint demnach an Salinarvorkommen geknüpft und es haben zweifellos Salzvorkommen und Gipseinlagerungen sehr wesentlich zur Ausbildung der Beckenlandschaft des inneren Salzkammergutes beigetragen.

Im übrigen folgt am Alpennordrand und in der Flyschzone das Talnetz und die Anlage der Tiefenlinien, in denen die Seebecken des *Mondsees*, *Attersees* und *Zeller Sees* eingesenkt sind, den schon erwähnten großen tektonischen Störungszonen. In der Flyschzone begünstigen die leichter verwitterbaren Bunten Schiefer der Oberkreide die Talbildung und den Tiefenschurf. Die Bergrücken der Flyschzone sind vorwiegend aus den widerstandsfähigeren Sandstein- und Hartmergelschichten aufgebaut, während in den Tälern und Tal-senken die Störungen und die Schiefertone durchstreichen, meist von Moränen und jungen Talfüllungen überdeckt und verhüllt.

Die Landschaftsbildung des Salzkammergutes und die Anlage des Talnetzes des Seengebietes erfolgte demnach im wesentlichen schon voreiszeitlich im Zuge der Heraushebung des gesamten Alpenkörpers im jüngsten Tertiär. Als sich gegen Ende des Pliozäns das Klima allmählich verschlechterte, war das Landschaftsrelief in seinen großen Umrissen schon geschaffen.

V.

EISZEIT UND SEENBILDUNG

Ihre letzte Ausprägung erfuhr die Salzkammergutlandschaft in der Eiszeit. Während der Dauer der Eiszeit von etwa 1,0 bis 1,5 Millionen Jahren stießen die Gletscher im Traungebiet mindestens dreimal bis an den Alpenrand vor; in den älteren Eiszeiten noch etwas darüber hinaus. Die Gletscherzungen umgürteten sich mit Endmoränenwällen, von wo sich Sanderflächen und Schotterfluren bis ins Donautal vorbauten. Beim Eisrückgang kam es in den Zungenbecken zur Aufstauung von Seen, die in den Zwischeneiszeiten verlandeten. Bei einem neuerlichen Gletschervorstoß wurden diese Seeablagerungen wieder größtenteils ausgeräumt. Die heutigen Seen hatten demnach Vorläufer in früheren Zwischeneiszeiten.

Die Eiszeitgletscher folgten im allgemeinen den in der jüngsten Tertiärzeit geschaffenen Tiefenlinien und Tälern, sie überstiegen aber auch Felsriegel und Höhenrücken, wie z. B. im Schafberggebiet zwischen dem Wolfgangsee und dem Mondsee.

Durch den Eisschurf nahmen die Täler die bekannte Troggestalt oder U-Form an; die Haupttäler wurden meistens beträchtlich übertieft. Es ist diese Übertiefung und Entstehung von wannenförmigen Hohlformen eine allgemein verbreitete Erscheinung in den eiszeitlich vergletscherten Alpentälern. Es bilden diese übertieften Hohlformen die hauptsächlichen Seebecken⁷⁾.

Die bedeutendste Übertiefung weist die Wanne des Traunsees auf; ihr tiefster Punkt liegt 170 Meter unter der Felsschwelle am Seeausfluß. Beim Attersee beträgt die Übertiefung 132 Meter. Die tiefste Stelle des Hallstätter Sees liegt 103 Meter tiefer wie der Felsriegel von Lauffen. Die Wanne des Fuschlsees ist 60 Meter, die des Wolfgangsees etwa 40 Meter übertieft⁸⁾.

Man hat bei Erklärungsversuchen für die übertiefte Einmuldung der Seewannen an ein allgemeines junges Rücksinken des Gebirgskörpers im Bereich der Kalkvoralpen oder auch an örtlich eng begrenzte tektonische Verstellungen und Verbeulungen gedacht.

Eine isostatische Krustenverbiegung als Folgewirkung der Belastung durch die Eismassen der eiszeitlichen Vergletscherung ist jedenfalls anzunehmen; man hat das Ausmaß auf etwa 100 Meter geschätzt. Durch die Entlastung nach dem Abschmelzen des Eises wurde aber die Einbiegung wieder rückgängig gemacht. Im Salzkammergut haben sich diese Verbiegungen wohl nicht oder nur geringfügig landschaftsgestaltend ausgewirkt. Ihre Auswirkungen wurden jedenfalls durch jene der weiter andauernden Hebung des alpinen und des außeralpinen Raumes und durch den eiszeitlichen Abtrag bedeutend übertroffen.

In der Umgebung von Hallstatt kann die allgemeine Taleintiefung während der Eiszeit mit 300 bis 400 Meter angenommen werden. Am Alpenrand ist die eiszeitliche Tiefer-



Abb. 14: Blick nach Westen über den Mondsee. Der Mondsee liegt an der Grenzzone der nördlichsten Kalkalpen zur Flyschzone (Oberkreide). Im Bild links die äußersten Aufragungen der Kalkalpen (Drachenwand). Die sanft geböschten, reich bewaldeten und landwirtschaftlich genutzten Höhenrücken der Seenumrahmung gehören der Flyschzone an.

legung des Talbodens auf etwa 100 bis 150 Meter, im Donautal auf mindestens 50 Meter zu schätzen.

Die eiszeitliche Taleintiefung ist demnach eine sehr beträchtliche. Vergleicht man sie mit der vorangegangenen voreiszeitlichen Talbildung, so zeigt sich, daß die im Jungtertiär begonnenen Hebungs- und in deren Folge Eintiefungsvorgänge nicht etwa in der Eiszeit abklangen und zum Stillstand kamen, sondern im Gegenteil eine Steigerung und Beschleunigung erfuhren; eine für die Landschaftsgeschichte sehr wesentliche Tatsache.

Die Übertiefung der Seewannen erscheint zweifellos in erster Linie durch den Tiefenschurf des Gletschereises bedingt. Die Gletscher formen sich zufolge der ihnen eigenen und innewohnenden Dynamik ihr Strömungsbett. Es ist verständlich, daß die tektonischen Störungszonen mit ihren Zerrüttungs- und Quetschgesteinen ebenso wie die salinaren Gesteine und die tonig-mergeligen Weichgesteine die Hauptangriffsmöglichkeiten und Schwachstellen für den Eistiefenschurf bildeten.

Maßgebend für die Entstehung der heutigen Seen ist die letzte oder Würmeiszeit. Sie war nicht die bedeutendste und wurde zweifellos an formbildenden Wirkungen von den vorhergehenden übertroffen. Das schon früher erreichte und wieder verschüttete Hohlraumrelief wurde vielfach nicht wieder voll erreicht. So finden sich z. B. im Ausseer Becken unter den würmeiszeitlichen Moränen ausgedehnte Schotterablagerungen als Rest der Auffüllung eines zwischeneiszeitlichen Seebeckens. Am Ausfluß des Traunsees und des Attersees liegt die in der letzten, der Riß-Würm-Zwischeneiszeit geschaffene und ausgeräumte Talsohle mindestens 40 Meter tiefer wie die heutige Flußsohle. Alte tiefverschüttete Talrinnen lassen sich weit im Vorland verfolgen.

Als Anzeichen und Reste älterer und breiterer Seewannen sind wahrscheinlich Hangstufen anzusehen, die das Nordufer des Mondsees und das Westufer des Attersees etwa 50 Meter über dem heutigen Seespiegel begleiten.

Die ältereiszeitlichen, breiteren und wahrscheinlich auch flacheren Wannenn wurden würmeiszeitlich umgeformt und eine schmälere, tiefere Wanne eingekerbt.

Die Würmeiszeit bestand nicht aus einem einzigen Gletschervorstoß. Es werden zwei Hauptvorrückungsstadien und mehrere Rückzugsstadien unterschieden. Hierbei kam es jeweils bei Gletscherrückgängen zum Aufstau von Seen. So finden sich am Westende des Mondsees beim Prielhof und am Ausgang des Oberwang-Tales bei Innerschwand bis über 20 Meter mächtige Bändertone und gebänderte Schluffe, die als Ablagerungen eines höher gespannten Vorläufers des heutigen Mondsees anzusehen sind. Diese eisrandnahen Seeablagerungen führen reichlich Pflanzenreste, unter anderem häufig Fichtenzapfen sowie Blaueisen (Vivianit), sie sind von Grundmoränen sowohl unter- wie überlagert, demnach zwischen zwei Eisvorstößen gebildet worden und weisen auch Stauchungen und Verdrückungen auf. Vermutlich handelt es sich um Ablagerungen eines Stadialsees zwischen zwei Gletschervorstößen der Würmeiszeit, wahrscheinlich dem Hoch- und Endwürm.

Späteiszeitlich und während des endgültigen Rückganges der Talgletscher kam es sowohl im Zungengebiet wie im inneren Salzkammergut an vielen Stellen zu örtlichen Seebildungen. In den Randteilen der einsinkenden, großen Eisströme, besonders in den frühzeitig eisfrei gewordenen Seitentälern des Trauntales wurden — meist nur kurzlebige — Eisseen und Eisrandseen aufgestaut. Die meist kleinen Staubecken füllten sich rasch mit den Absätzen der sinkstoffreichen Gletschermilch. Im Ausseer Gebiet, auf der Pötschen und am Vorderen Gosausee, vor allem aber im Offensee- und im Mitterweißenbachtal sind solche Seeablagerungen mit Mächtigkeiten bis zu 40 Meter bekannt. Diese Bändertone werden mehrfach als sogenannte „Bergkreide“ technisch gewonnen.

In den tieferen Seewannen erhielten sich während des Eisrückganges im Schutt begrabene Eiskuchen durch längere Zeit. Möglicherweise überdauerten sie sogar stadiale Rückzugszeiten. Im Moränenschutt eingebettete Toteismassen schmolzen jedenfalls sehr langsam ab. In den eingesunkenen Pingen sammelte sich gelegentlich Wasser an. Der schon weitgehend verlandete Krottensee beim Schloß Cumberland in Gmunden, im Bereich der Endmoränen des Traungletschers, ist das Beispiel eines solchen Pingen- oder Söllsees. In Agelreith bei Nußdorf am Attersee wurde vor kurzem durch Bohrungen ein über 20 Meter tiefes verlandetes Toteisloch bekannt. Immer wieder finden sich bei gelegentlichen Bodenaufschlüssen größere oder kleinere Seetonablagerungen und weisen darauf hin, daß die Zahl der eisrandnahen Seen zur Zeit der Gletscherrückgänge eine sehr große war. Die meisten sind rasch verlandet oder wurden abgezapft und sind bald erloschen.

Mit dem völligen Eisschwund füllten sich die großen, übertieften Zungenbecken und Gletscherwannen auf, die Moränen der Rückzugsstadien bewirkten einen Höhenstau dieser vorgebildeten Hohlformen und schufen durch Verdämmungen neue Hohlformen und weitere Stauseen.

Die Verdämmungen des Haupttales werden im inneren Salzkammergut vorwiegend in die Zeit des Brühlstadiums gereicht. Die Verdämmung der innersten Talabschnitte erfolgte in noch späteren Stadien, so wird von A. Penck die Verdämmung des Grundlakes dem Gschnitzstadium, die des Vorderen Gosausees dem Daunstadium zugeordnet. Zur Verdämmung des letzteren trug auch ein seitlicher Schuttkegel und ein Bergsturz bei.

Endlich wurden auch die Hochregionen eisfrei und in ihren Hohlformen, in den Karmulden und Karstdolinen bildeten sich die zahlreichen kleinen und kleinsten Bergseen, die ja, wie erwähnt, zahlenmäßig die Hauptgruppe der Salzkammergutseen ausmachen.

Die Karsthochflächen stellen ein einziges, riesiges Trichterfeld dar; Hohlform reiht sich an Hohlform. Aber diese Karsthohlformen sind undicht; sie sind keine Wasser-

stauer und Wassersammler, sondern Wasserschlucker. O. Lehmann hat die Zahl der Schlucklöcher und Karstrichter im Nordteil des Toten Gebirges auf rund 300 je Quadratkilometer, die der größeren Gruben mit eingeschachtelten Trichtern auf 30 bis 40 je Quadratkilometer geschätzt. Es würde dies im Bereich des Dachsteins und Toten Gebirges einer Gesamtzahl von mindestens 10.000 Großdolinen und an die 100.000 Schlucktrichter entsprechen. Gegenüber dieser Unzahl von allerdings kleinen, meist zwerghaft kleinsten Hohlformen erscheint die Seenzahl der Karstgebiete verschwindend gering. Die Wasseransammlungen sind auf wenige Stellen und Streifen beschränkt, die durch lehmige Verwitterungs- und Lösungsrückstände mergeliger oder toniger Gesteinsschichten, vorwiegend jurassischer Auflagerungen des Dachsteinkalks oder durch Restmassen tertiärer Ablagerungen verstopft und abgedichtet sind. In dem riesigen durchsiebtem und durchlöchertem Gebiet bilden dichte Mulden seltene Ausnahmen⁹⁾.

Die Gletscher am Hohen Dachstein sind die letzten Erinnerungen an die große Eiszeit, als im Salzkammergut die Eisströme bis an den fernen Alpenrand reichten. Am Zungenende des Hallstätter Gletschers liegen der obere und der untere Eisseesee. Mit diesen höchstgelegenen Seen schließt sich der Kreis der Salzkammergutseen. Sie sind auch zugleich die jüngsten in der langen Reihe. Ihre Bildung fällt in die unmittelbare Gegenwart, ihr Bestand ist von den noch andauernden Gletscherschwankungen abhängig.

VI.

NACHEISZEITLICHES SCHICKSAL

Unmittelbar nacheiszeitlich wiesen die Salzkammergutseen mit wenigen Ausnahmen den Höchststand des Aufstaus und die größte Ausdehnung der Wasserfläche auf. Diese Bestzeit der Seen währte aber nicht lange; erdgeschichtlich gesehen: kaum einen Augenblick. An Stelle der Eintiefung und Weitung von Hohlformen durch den Eisschurf und an Stelle des Aufstaus durch Moränen beherrschten nunmehr Absenkungen und Abzapfungen, Verlandungen und Zuschüttungen der Seen durch die Tätigkeit der fließenden Gewässer das geologische Geschehen, wie dies schon in den früheren Zwischeneiszeiten mehrmals der Fall war.

In den Zungenbecken der großen Talgletscher kam es noch während des Gletscherrückganges, also späteiszeitlich, zum Aufstau von Seen. Der Seeabfluß erfolgte über die Endmoränenwälle und da diese besonders in den höheren Lagen meist aus lockeren Aufschüttungen und durchlässigen Moränenschottern bestehen, kam es bald zu Überflutdurchbrüchen und zu Spiegelabsenkungen der kaum aufgestauten Seen. Diese Absenkungen und Eintiefungen der Seeabflüsse in den Endmoränen und anschließenden Schotterfluren setzen und setzten sich so lange fort, bis sich ein den hydraulischen Verhältnissen entsprechendes Sohlengefälle der Abflüsse eingestellt hat.

Am *Traunsee* läßt sich im Stadtgebiet von Gmunden die stufenweise Absenkung des Sees gut verfolgen. Die höchstgelegene Abflußrinne liegt in 480 Meter Meereshöhe, das heißt etwa 60 Meter über dem heutigen Seespiegel. Ein sehr ausgeprägtes, breites Abflußtal ist in 460 Meter Meereshöhe erkennbar. Da in diesem Seeabfluß mehrere bis zu 10 Meter tiefe Toteislöcher eingesenkt sind, erfolgte diese Seeabsenkung noch zu einer Zeit, als im Endmoränenschutt Toteiskörper eingebettet lagen, die erst nach der Trockenlegung und Abzapfung dieses Abflußtales abschmolzen. Die nächsttiefere Abflußrinne in 450 Meter Meereshöhe entspricht der Niederflur und der Hauptebene des Traunales. In diese hat sich die heutige Traun schluchtartig eingesägt. Annähernd in dieser Höhenlage ließen sich im rechtsuferigen Stadtteil Traundorf bei neueren Bodenaufschlüssen deutliche Uferbildungen und Strandsäume feststellen, was auf eine länger andauernde Stauhaltung etwa 25–20 m über dem heutigen Seespiegel hinweist. Die jüngste Absenkung erfolgte

jedenfalls ziemlich rasch und ruckartig; es war seither noch nicht Zeit genug, die enge Tal-schlucht breiter auszuräumen und zu weiten. Etwa 14 Kilometer flußabwärts des See-ausflusses bei Gmunden stürzt die Traun am *Traunfall* über eine Nagelfluhbänk 12 Meter tief ab und schürft unterhalb des Falles die tertiäre Molasse an. Durch Abbrechen der unterhöhlten Nagelfluhbänke rückt die Wasserfallstufe langsam flußaufwärts. Beim Rückgreifen bis zum Traunsee würde eine ruckartige Spiegelabsenkung des Sees die Folge sein.

Im Trauntal flußaufwärts des Traunsees lassen sich die Spuren früherer höherer See-stände vielfach nachweisen. Die Mündungsschwemmkegel der Seitenbäche sind getrept und die Terrassen des Haupttales zeigen deutliche Schrägschichtung von Deltaschüttungen in einen früher höher gespannten Traunsee. Ein mächtiges Toteisloch im alten Offensee-Schwemmkegel nächst dem Marienhof bei Ebensee spricht gleich wie am Seeausfluß in Gmunden für eine kräftige Schuttlieferung aus dem Offenseetal noch während ein Eis-kuchen im Seebecken verborgen lag und überschüttet war.

Im *Ischlerbecken* fand sich südlich der Stadt in einer Bohrung bei Kaltenbach eine über 40 Meter mächtige Seetonablagerung, überdeckt von Terrassenschottern, die etwa dem Höchststand des Traunsees bei Gmunden entsprechen und gemäß dessen ruckweiser Ab-senkung getrept sind.

Für einen späteiszeitlichen Hochstand des *Wolfgangsees*, etwa 50 Meter über dem heutigen Seespiegel, sprechen Deltaschüttungen, die westlich von Bad Ischl auf dem Höhen-rücken von Ahorn zu beobachten sind. Im Trauntal lag zu dieser Zeit noch eine Eisrest-masse, nach deren Einsinken und Abschmelzen eine rasche Absenkung erfolgte. Nunmehr wird die Stauhaltung des Wolfgangsees durch den Schwemmkegel des Strobler-Weißen-bachs bestimmt.

Eine sehr bedeutende nacheiszeitliche Absenkung hat der *Fuschlsee* erfahren. Nach G. Göt-zinger betrug sie etwa 50 Meter und wurde durch die tiefe Einsägung der Fuschlerache und Abzapfung zum Thalgau- und Mondseebecken bewirkt. Es liegt dieses von Moränen tief verschüttete Gebiet in der Grenz- und Berührungszone des eiszeitlichen Salzach- und Traungletschers. In Enzersberg wird derzeit für den Autobahnbau ein sehr mächtiger Schwemm-kegel abgebaut, der sich beim Rückzug des Thalgaualappens des Traungletschers in einen über 100 Meter tiefen Eisrandsee vorgeschoben hatte. Er wurde von der Fuschler Ache zer-schnitten und teilweise zerstört und abgetragen.

Die Eintiefung der Ager am Ausfluß des *Attersees* weist eine Seeabsenkung um 23 m hin, demnach bedeutend geringer wie beim ähnlich am Alpenrand gelegenen Traunsee. Es mag dies mit der geringeren Schurfkraft der Ager zusammenhängen. Die Ager erhält von ihren Zubringern beträchtliche Geschiebemengen angeliefert, während die Traun zwischen Gmunden und der Agermündung außer dem Wasserlosen Bach bei Gmunden keine ober-irdischen Zuflüsse besitzt und keine Geschiebezufuhr empfängt.

Der Loidlbach-Schwemmkegel am Südufer des Attersees läßt deutlich die Deltaschüttung in den höher gespannten See erkennen. Zur Zeit seines Höchststandes reichte der Attersee jedenfalls bis ins Mondseebecken. Die beiden Seen wurden erst späterhin durch die Schwemmkegel im Tale der Seeache getrennt. Seither wird die Spiegelhaltung des *Mond-sees* durch diese Verdämmungen beherrscht.

Spiegelabsenkungen infolge von Moränendammedurchbrüchen zeigen im inneren Salz-kammergut dann noch der *Vordere Gosausee* um etwa 15 Meter und der *Grundlsee* mit dem begleitenden *Toplitzsee* um 8–10 m.

Eine Ausnahme von diesen fast regelmäßigen nacheiszeitlichen Seeabsenkungen macht der *Hallstätter See*. Er dehnte sich kurz nach seiner Auffüllung zweifellos weiter nach Norden ins Goiserer Becken aus. Der mächtige Schwemmkegel des Zlam- oder Leislingbaches füllte die Nordbucht des Sees auf. Eine in Au bei Steeg in diesem Schwemmkegel nieder-gebrachte Bohrung erreichte in 110 Meter Tiefe noch nicht den Felsuntergrund. Auch die



Abb. 15: Blick über den Hallstätter See nach Norden. Links im Bild der Markt Hallstatt auf dem Mühlbach-Schwemmkegel, und die Mündung des Echertals. Der See ist fjordartig zwischen den Steilhängen aus waagrecht gebanktem Dachsteinkalk eingebettet.

Schutthaldenbäche des Kalmbergs, dann der Stambach und besonders der geschiebereiche Anzenauer Weißenbach bauen ihre Schuttmassen ins Trauntal bei Goisern vor und bedrängen und verdämmen den Seeabfluß. Im Widerstreit zwischen Verdämmung und Eintiefung ergab sich anscheinend eine nacheiszeitliche Spiegelhebung des Hallstätter Sees. Jedenfalls sind keine Anzeichen von Absenkungen wie bei den meisten anderen Seen zu erkennen. Jüngste Bohrungen im Schwemmkegel des Mühlbaches, auf dem der Markt Hallstatt erbaut ist, lassen eine nacheiszeitliche Hebung des Seespiegels um etwa 9–10 Meter vermuten. Das Fehlen von Terrassenbildungen in der Verlandungsstrecke von Obertraun weist ebenfalls auf eine Hebung, nicht aber auf eine Absenkung des Seespiegels während der Aufschüttung des Mündungsdeltas hin.

Geringfügige nacheiszeitliche Spiegelhebungen können sich durch Schwemmkegel von Seitenbächen und Verdämmung der Seeabflüsse auch beim *Almsee*, *Offensee*, *Vorderen Langbathsee* und möglicherweise auch beim *Altaussee* ereignet haben.

Spiegelschwankungen von ganz beträchtlichem Ausmaß sind bei *Karstseen* sehr häufig zu beobachten. Im Salzkammergut ist beim *Hinteren Gosausee* eine Höchstbetrag von 15 m bekannt. Der *Kammersee* weist Schwankungen bis zu 9 Meter auf; der *Vordere Gosausee* schwankte vor der Kraftwerksausnutzung um 6 Meter. Auch der *Nussensee* und einige kleinere Bergseen sinken zu Trockenzeiten beträchtlich ab. Einen Extremfall stellt der *Hallerswiessee* im Schafberggebiet dar. Sein Karstbecken hat keinen oberirdischen Abfluß, es liegt meist trocken, füllt sich nur zeitweise wechselnd hoch auf und zeigen Ufersäume von früheren höheren Wasserständen.

Am bedeutungsvollsten für das nacheiszeitliche Schicksal der Seen ist die *Verlandung*, die Auffüllung der Seebecken mit Sinkstoffen und Geschieben, die schrittweise zu einer

Verkleinerung der Wasserfläche und schließlich zum Verschwinden der Seen, zum Seentod führt.

Die *Hochgebirgsseen*, die Kar- und Karstseen sind mangels geschiebeführender Zubringerbäche weniger von einer Zuschüttung bedroht als vielmehr von der Gefahr, daß mit zunehmender Verkarstung die Seewannen undicht werden und ähnlich, wie dies beim Hallerswiessee der Fall ist, es nur zu einem zeitweisen Aufstau und schließlich zu einer dauernden Trockenlegung kommt. Auch die Sacktal- und Quellseen, die meist von sinkstoff- und geschiebefreien Karstwässern gespeist werden, sind von einer raschen Zuschüttung geschützt.

Einer Verlandung durch *Vertorfung* und durch organogene Ablagerungen sind in erster Linie die Seichtseen und die Flachufer ausgesetzt, die ja in den Salzkammergutseen gegenüber den felsigen Steilufern zurücktreten. Ein Beispiel fast vollständiger Verlandung bietet der Krottensee bei Gmunden. Vom Almsee, ein Seichtsee mit nur 9 Meter Tiefe, ist eine „schwimmende Insel“ bekannt, eine vermutlich durch eine jüngste Spiegelhebung abgelöste Schwimmrasenverlandung.

Der Fortschritt der Verlandung und ihr heutiger Stand ist aus der Ausdehnung der *Schwemmkegel*, die sich in die einzelnen Seen vorgeschoben haben, zu erkennen. Am bedeutendsten sind die Mündungsdeltas der beiden großen Durchflußseen der Traun, des *Hallstätter Sees* und des *Traunsees*. Das obere Ende beider Seen ist auf eine Länge von 4–5 Kilometer verlandet und zur Talebene von Obertraun und Ebensee aufgeschüttet. Das Becken des Hallstätter Sees wird überdies von einigen Seitenbächen, vor allem am Unterende des Sees vom geschiebereichen Leisling- oder Zlambach bedrängt.

Den *Wolfgangsee* hat der mächtige Schwemmfächer des Zinkenbaches fast schon zweigeteilt, auch am *Mondsee* engt die Mündungsebene der Griesler- oder Fuschler Ache die Seemitte schon merklich ein.

Am günstigsten hinsichtlich Verlandung liegen die Verhältnisse am *Attersee*. Ihm sind der Mondsee, der Fuschlsee und der Zeller See als Geschiebespeicher und Schlammfänger vorgeschaltet. Die vielgerühmte blaue Farbe des Attersees ist der Ausdruck dieser glücklichen geologischen Raumlage. Der grünlichgefärbte *Traunsee* läßt zur Zeit der Schneeschmelze und bei Hochwässern deutlich eine hellgrüne Verfärbung infolge stärkerer Schwebstoffzufuhr erkennen.

In mehrfacher Hinsicht ist es nun geologisch sehr wissenswert, diese Vorgänge der Verlandung und der Geschiebefracht zahlenmäßig zu erfassen. Die in den Seebecken aufgefangenen Sinkstoff- und Geschiebemassen erlaubten Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der geologischen Kräfte in den verschiedenen Einzugsgebieten und ein Vergleich der jährlich je Flächeneinheit abgetragenen Massen (Abtragziffer), gibt Aufschluß über geologische Zusammenhänge der Landschaftsformung. Zweitens ermöglicht die Kenntnis des mittleren Jahresfortschritts der Verlandung eine annähernde Abschätzung der Zuschüttungsdauer, und damit der Lebenserwartung der einzelnen Seen.

Von den Salzkammergutseen liegt bisher nur das Ergebnis einer einzigen Schwemmkegeluntersuchung und zwar vom Zinkenbach am Wolfgangsee vor. Die zwei großen Mündungsschwemmkegel der Traun in den Hallstättersee und in den Traunsee wurden zwar vor längerer Zeit geodätisch aufgenommen, doch fehlen seither Nachmessungen¹⁰⁾.

Am Wolfgangsee wurde die Vergrößerung, die der *Zinkenbach-Schwemmkegel* in der Zeit von 1875 bis 1893 erfahren hat, geodätisch überprüft und eine Zunahme der Ablagerungen von 133.000 Kubikmeter, d. h. von 7.400 Kubikmeter pro Jahr festgestellt. Die Gesamtmasse des Schwemmkegels wurde mit 164 Millionen Kubikmeter ermittelt, so daß sich eine Aufschüttungsdauer von 22.000 Jahren ergeben würde. Da seit dem Aufstau des Wolfgangsees kaum mehr als 10.000 Jahre verflossen sind, war vermutlich die Geschiebeführung kurz nacheiszeitlich bedeutender wie heute. Nach dem Abschmelzen des Eises

und während des Gletscherrückganges waren die vegetationslosen Hänge mit lockerem Schuttwerk und mit Moränenresten bedeckt, die eine leichte Beute der Wildbäche wurden. Auch die Übersteilung der Trogtäler begünstigte zunächst den Abtrag.

Das Einzugsgebiet des Zinkenbaches wird mit 91 Quadratkilometer angegeben. Der jährliche Abtrag an Gesteinsmassen beträgt daher 81 Kubikmeter je Quadratkilometer.

Die Wanne des Wolfgangsees hat einen Inhalt von 618.2 Millionen Kubikmeter, zu deren Auffüllung der Zinkenbach allein eine Zeitdauer von 83.000 Jahren benötigt. Nun sind an der Geschiebefuhr noch mehrere kleinere Zubringerbäche beteiligt, wodurch die Zeitspanne abgekürzt würde; andererseits ist eine weitere Verlangsamung der Abtragungsgeschwindigkeit möglich, auch kommt es an der Wurzel der Schwemmkegel zu Aufhöhungen und Geschiebeablagerungen, wodurch sich die Zeit bis zum Verschwinden der letzten Wasseroberfläche verlängern würde. So darf wohl ein Mittelwert von etwa 75.000 bis 85.000 Jahren als annähernd zutreffend geschätzt werden.

Es wurde nun eine erste übersichtsmäßige Schätzung des Inhalts der hauptsächlichlichen Seen-Schwemmkegel versucht und ausgehend vom Beispiel des Zinkenbaches durch Annahme einer bisherigen Anschüttungszeit von 20.000 Jahren die jährliche Geschiebefracht und die Abtragsziffer ermittelt.

Am *Hallstätter See* ergibt sich ein besonders eindrucksvolles Bild. Etwa 200 Quadratkilometer, d. h. ein Drittel des Einzugsgebietes des Sees gehören dem Karstgebiet des Dachsteins an und entwässern unterirdisch. Die zahlreichen Karstquellen führen dem See fast keine festen Bestandteile, Sinkstoffe oder Geschiebe zu. Der Abtrag im Karstgebiet vollzieht sich fast ausschließlich in Anätzung und Durchhöhlung des Kalkgesteins, die Abfrachtung geschieht in gelöster Form. Geradezu gegensätzlich bietet sich jedoch das Abtrags- und Verlandungsbild im Gebiet des Leislingbaches dar. Für dieses errechnet sich eine jährliche Abtragsmenge von 425 Kubikmeter pro Quadratkilometer, eine der höchsten Abtragsziffern des Seengebietes. Das Einzugsgebiet liegt eben nicht im Dachsteinkalk, sondern im Bereich der leicht löslichen Salzgesteine und leicht verwitternden, mergeltonigen Begleitgesteine der juvavischen Zone; es reicht bis in das Gebiet des alten Ausseer Salzbergbaues am Michelhallbach, von wo die große Sandling-Bergsturz- und Murenkatastrophe des Jahres 1920 ihren Ausgang nahm. Dem formenbewahrenden Kalkstock des Dachsteins steht am Hallstättersee die Beckenweitung im Bereich der Salinarzone gegenüber.

Im übrigen schwanken die Abtragswerte beträchtlich: es kommt darin die Mannigfaltigkeit des geologischen Aufbaues, der Gesteinsbeschaffenheit und der Verwitterungsvorgänge, sowie der Reliefenergie des Abtraggebietes zum Ausdruck. Es soll auf Einzelheiten hier nicht eingegangen werden. Es liegen die Abtragsziffern der angeschätzten zehn Schwemmkegel zwischen 7.7 und 81.0 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$, woraus sich ein Mittelwert von 36.0 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$ für das Salzkammergutseengebiet errechnet.

Ein guter Vergleichswert ist aus dem benachbarten Steyrtal bekannt. Der Stausee des im Jahre 1908 errichteten Kraftwerkes *Steyrdurchbruch* war nach 25 Jahren, im Jahre 1933, fast vollständig verlandet, was einer mittleren jährlichen Geschiebezufuhr von 42.100 Kubikmeter, bzw. einem mittleren Geländeabtrag von 74 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$ im Einzugsgebiet entspricht.

Vom verlandeten Stauraum der Saalach bei Reichenhall wurde ein Abtragswert von 81.9 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$ ermittelt, also ganz gleich der Abtragsziffer des Zinkenbaches am Wolfgangsee und sehr nahe jenem der Steyr bei Steyrdurchbruch.

Für das Einzugsgebiet der Alm an ihrer Mündung in die Traun bei Lambach wird ein Abtragswert von 46.8 $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$ angegeben. Er liegt etwas höher wie der Mittelwert des Seengebietes.

Im allgemeinen scheint trotz der sicherlich beträchtlichen Einzelschwankungen eine mittlere Abtragsziffer von schätzungsweise $50 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$ für den Bereich der Salzkammergutseen und der benachbarten Kalkalpen einigermaßen kennzeichnend zu sein.

Bemerkenswert ist nun ein Vergleich mit Abtragswerten, die in letzter Zeit aus dem Gebiet einiger Schweizer Seen bekannt geworden sind. Es zeigt sich, daß diese das mehrfache, etwa das fünf- bis achtfache jener der im kalkalpinen Salzkammergut ermittelten betragen. Sie schwanken zwischen 123 und $513 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$ und errechnet sich ein Mittelwert von rund $300 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{Jahr}$.

Für die wesentlich höheren Abtragsziffern im Einzugsgebiet der betreffenden Schweizer Seen spielt zweifellos der überwiegende Hochgebirgscharakter und die bedeutendere Reliefenergie, das Fehlen des Karstphänomens und der Aufbau vorwiegend aus leichter zerstörbaren Schiefergesteinen eine Hauptrolle.

Wenn eingangs als eine geologische Besonderheit des Salzkammergut-Seengebietes die rein kalkalpine Lage und deren Bedeutung für die langsamere Verlandung und längere Lebenserwartung der Seen aufgezeigt wurde, so scheint diese Ansicht durch den Vergleich mit den Abtragsziffern im Gebiet einiger Schweizer Seen gerechtfertigt und bestätigt¹¹⁾.

Aus der jährlichen Geschiebefracht der Zubringer und aus dem freien Inhalt der Seewanne läßt sich auf die Lebensdauer der einzelnen Seen, auf den Zeitraum bis zu ihrer völligen Verlandung schließen.

Die kürzeste Lebensdauer der größeren Salzkammergutseen ergibt sich für den *Hallstätter See* mit etwa *40.000 Jahren*, wobei allerdings bezüglich der Geschiebeführung der Traun Unsicherheit besteht und angenommen wird, daß im Leislingbach-Einzugsgebiet die starke Abtragsfähigkeit andauert.

Die Lebenserwartung des *Traunsees*, *Wolfgangsees* und *Mondsees* errechnet sich auf Grund der vorliegenden Schätzungen auf *70.000 bis 80.000 Jahre*. Die geplanten Nachmessungen der Schwemmkegel werden hier zuverlässigere Angaben erlauben.

Zweifellos länger, auf etwa *110.000 Jahre*, kann die Lebenszeit des *Fuschlsees* und auf über *150.000 Jahre* die des *Vorderen Gosausees* veranschlagt werden.

An der Spitze der langlebigen Seen steht jedenfalls der *Attersee*. Es weist nicht nur seine Wanne den größten Inhalt auf, es ist auch die jährliche Sinkstoff- und Geschiebezufuhr, wie schon erwähnt, eine verhältnismäßig bescheidene. Erst in etwa *500.000 Jahren* ist bei gleichbleibenden Abtragsverhältnissen in seinem unmittelbarem Einzugsgebiet eine völlige Verlandung zu erwarten. Möglicherweise vergrößert sich die Geschiebezufuhr nach der Zuschüttung des *Mondsees*.

Zu den geologischen Vorgängen im Bereich der Seen gehören auch die *Uferbildungen*. Als Auswirkung des Wellenschlages entstehen Brandungssäume, Schelf- und Strandplatten mit kleinen Kliffen und Uferversteilungen. Sie sind vielfach an den Salzkammergutseen sehr gut zu beobachten, ausgezeichnet z. B. entlang des Westufers der Pichl-Halbinsel am *Mondsee* im Fylsch. Am felsigen Steilufer des *Traunsees* zwischen Lainau und Rindbach findet sich in 0,5–1,0 m Tiefe unter dem Wasserspiegel eine Felsbank, die vermutlich eine alte Brandungsplatte darstellt und durch die Spiegelhebung anlässlich der Erbauung der Gmundner Seeklause im 16. Jahrhundert überstaut wurde.

Anzufügen wären noch die chemischen, lösenden Einwirkungen des Seewassers auf die Kalkgerölle und Kalkfelsen der Seewanne (Furchensteine, Ätzeröhren u. a.) sowie die weiter andauernden, vorwiegend organogenen Ablagerungen. Es führen diese Erscheinungen zu den besonderen limnologischen Fragen des Stoff- und Lebenshaushaltes der Seen über.

Das jüngste, derzeitige Schicksal der Seen wird in steigendem Ausmaß durch menschliche Eingriffe bestimmt. Künstliche Veränderungen der Stauhaltung, Kraftwerksnutzung mit Speicherbetrieb wie am *Vorderen Gosausee*, zunehmende Besiedlung der Seeufer und deren Veränderungen durch Uferbefestigungen, Kaimauern und Anschüttungen, Verun-

reinigung der Seen durch Abwässer, andererseits Heranziehung der Seen für die Trinkwasserversorgung seien nur als Beispiele der tatsächlichen, geplanten, bzw. möglichen menschlichen Eingriffe in das natürliche Geschehen erwähnt. Sie nehmen teilweise schon geologisch und im Landschaftsbild merkbare Ausmaße an. Es haben diese Steigerungen in den letzten Jahrzehnten im *Gewässerschutz* und im besonderen im *Seeuferschutz* Gegenkräfte wachgerufen, die hoffentlich an den Salzkammergutseen noch rechtzeitig wirksam werden.

Anmerkungen und Schrifttumshinweise

¹⁾ Seit der im Jahre 1898 veröffentlichten geographischen Monographie der Seen des Salzkammergutes und der österreichischen Traun von **J. Müller** (Geogr. Abh. VI — 1898) ist keine neuere zusammenfassende Seenbeschreibung erschienen.

Im Zusammenhang mit der vielgerühmten landschaftlichen Schönheit des Salzkammerguts werden wohl auch die Seen genannt und wird immer wieder über sie geschrieben. So haben erst in jüngster Zeit die unbekannteren kleineren Seen durch **F. Lipp** (Oberösterreich, H. 8., 1950) eine dichterisch-beschwingte Würdigung erfahren.

Die Gewässerkundlichen Verhältnisse sind gut bekannt und werden amtlich und seitens der Oberösterreichischen Kraftwerke (OKA) laufend beobachtet. (**F. Rosenauer**, Wasser und Gewässer in Oberösterreich — 1948). Auch die limnologische und biologische Erforschung ist weit fortgeschritten. Es darf an die Untersuchungen von **F. Ruttner** (1936) erinnert werden.

Das geologische Schrifttum des Salzkammerguts ist überreich. Es übte ja gerade das Salzkammergut schon seit Beginn des vorigen Jahrhunderts auf die Geologen eine besondere Anziehung aus. Reiche Versteinerungsfunde und die vielgliederte Landschaft ließen gerade hier einen tieferen Einblick in die Erdgeschichte erhoffen. Hiezu kamen die Tiefenaufschlüsse der alten Salzbergbaue, von denen Hallstatt bekanntlich bis in die urgeschichtliche Zeit zurückreicht. Trotzdem haben gerade im Salzkammergut einige tektonische Probleme bisher keine eindeutige Lösung gefunden.

Zur Übersicht darf auf

Spengler E., Salzburger Alpen und Salzkammergut, Sammlung geolog. Führer, Bd. 26 (1924) — leider derzeit vergriffen —

Spengler E., Die nördlichen Kalkalpen in **F. X. Schaffer**, Geologie von Österreich 2. Aufl. (1951) hingewiesen werden.

Medwentsch W., der geolog. Aufbau des Salzkammergutes. Bg.-Hüttenm. Monatsh. Bd. 94 (1949) Salzkammergut. Geolog. Führer z. d. Exkursionen — Hundertjahrfeier Geolog. B. Anstalt Wien (1951) s. 49.

²⁾ Die Zahl der Salzkammergutseen wird mit 68 angegeben. Es schwankt diese Ziffer, je nach der Abgrenzung des Landschaftsbegriffes des Salzkammergutes, so wie auch, ob noch kleine und kleinste Wasserbecken und „Seelein“ geographisch als Seen anerkannt werden.

Identifiziert man das Salzkammergut-Seengebiet mit dem Einzugsgebiet der oberösterreichischen Traun, so erhebt sich die Unsicherheit dessen Abgrenzung auf den Hochkarstflächen.

Bei nicht zu enger Auffassung kann die runde Zahl von 70 Seen als eine Art Kennziffer des Seereichtums des Salzkammerguts angenommen werden. Sie verteilen sich auf ein Gebiet von rund 2500 km². (Einzugsgebiet der Traun bei Lambach = 2767,4 km²). Die Gesamtwasserfläche der Seen beträgt etwa 125 km², d. h. 5% des Seengebietes. Hievon entfallen 108,2 km² d. h. 86,5% auf die fünf größten Seen und hievon wieder die Hälfte auf den größten See, den Attersee mit 46,7 km². Dreizehn weitere Seen weisen zusammen eine Wasserfläche von 15,9 km² auf, während die restlichen 50 Seen Klein- und Kleinstseen mit einer Wasserfläche unter 10 ha darstellen und kaum 1% der Gesamtseenfläche ausmachen.

Es überwiegen demnach zahlenmäßig weitaus die Klein- und Kleinstseen. Es handelt sich vorwiegend um Bergseen, und zwar um Hochgebirgsseen auf den Karsthochflächen des inneren Salzkammerguts. Sie bilden eine besondere Seengruppe. Die übrigen können als Talseen zusammengefaßt werden, teilweise sind es Quellseen, größtenteils Durchflußseen.

³⁾ Es darf kurz erinnert werden, daß die Gesteinsschichten der nördlichen Kalkalpen in einer großen Senkungszone der Erde (Erdtröge oder Gesosynklinalen) in der Erdmittelzeit beginnend 200,0 Millionen und dauernd bis 80,0 Millionen Jahre vor der Heutzeit abgelagert wurden. Die Schichtenfolge beginnt in der unteren Trias mit sandig-tonigen, rötlichen und grünlichen terrestrischen und küstennahen Ablagerungen mit Einschaltung von Salz- und Salzbegleitgesteinen, die als **Werfener Schichten** (alpiner Buntsandstein) bezeichnet werden. Darüber folgen Dolomite und Kalke der Mitteltrias (**Gutensteiner Kalk**, **Ramsaudolomit** und **Wettersteinkalk**) und der Obertrias (**Hauptdolomit**, **Dachsteinkalk**), ferner des Jura (**Lias-Fleckenmergel**, **Doggerschichten** und **Malmkalke**, als **Oberalmschichten**, **Plassenkalk** u. a. bekannt), schließlich vorwiegend Sandsteine und Mergel, als landnahe Ablagerungen der Oberkreide, die im inneralpinen Bereich als **Gosauschichten**, außeralpin entlang des Alpennordrandes als **Flyschschichten** bezeichnet werden.

In diesen geosynklinalen Räumen führten die über Jahrmillionen sich ausdehnenden allmählichen Senkungen zur Anhäufung von Schichten bis zu mehreren Tausend Meter Gesamtmächtigkeit.

Die alpine Gebirgsbildung bestand nun in einer gesteigerten Beweglichkeit dieses mesozoischen, erdumspannenden Geosynklinalgürtels als Auswirkung von Vorgängen (Magmaströmungen) in tieferen Teilen der Erdkruste und äußerte sich in einer außerordentlichen Querschnittsverkürzung dieser Ablagerungsräume in Form von weitgespannten, flachen Tangentialbewegungen und Deckenüberschiebungen.

Die alpinen Gebirgsbewegungen vollzogen sich in mehreren Phasen; im nordalpinen Raum werden zwei Hauptphasen, die erste vor, die zweite nach Ablagerung der Oberkreide — Gosauschichten unterschieden, daher auch als vor- und nachgosauische Bewegungen bezeichnet.

⁴⁾ **Göttinger G.**, Über die Oberflächenformen der östlichen Kalkalpen. Mitt. geogr. Ges. Wien (1913) S. 39.

Lechner J. Morphologische Untersuchungen im Osterhorngebiet. Mitt. geogr. Ges. München Bd. 34 (1940).

Winkler-Hermaden A., Geologisches Kräftespiel und Landformung (1957).

⁵⁾ **Spengler E.**, Die Gebirgsgruppe des Plassen. Jahrb. geolog. R. Anstalt Wien Bd. 68 (1918).

Spengler E., Zur Talgeschichte des Traun- und Gosautales im Salzkammergut. Verh. geolog. R. Anstalt Wien (1918) S. 130.

⁶⁾ **Ruttner F.**, Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. Archiv f. Hydrobiologie Bd. 32 (1937).

⁷⁾ **Penk A. und Brückner E.**, Die Alpen im Eiszeitalter (1909).

Göttingen G., Exkursionsführer — Intern. Quartärkonf. Wien (1936).

Klebsberg R., Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie (1948).

⁸⁾ Die größte Tiefe der Salzkammergutseen weist der Traunsee mit 191 Meter auf. Seine Tiefstelle liegt in 231 Meter Meereshöhe, d. h. 20 Meter tiefer als der Pegel der Traun an der Mündung in die Donau. Bringt man einige Meter für Ablagerungen am tiefsten Seeboden in Abzug, so ergibt sich, daß der tiefste Punkt Oberösterreichs nicht dort gelegen ist, wo die Donau bei Grein das Land verläßt, sondern in der Felswanne des Traunsees.

⁹⁾ **Lehmann O.**, Das Toten-Gebirge als Hochkarst. Mitt. geogr. Ges. Wien Bd. 70 (1927) S. 201.

¹⁰⁾ Gemäß Mitteilung des Leiters der Hydrographischen Landesabteilung in Linz-Donau, Hofrat Dipl.-Ing. H. Freitschopf wird wahrscheinlich noch in diesem Jahre eine Nachmessung der Mündungsschwemmkegel am Hallstättersee und Traunsee durchgeführt werden. Leider konnte das Ergebnis nicht mehr für diese vorliegende Darstellung abgewartet werden.

Es stützen sich die hier mitgeteilten Daten auf vorläufige Anschätzungen der Schwemmkegel. Jedenfalls bot der Wunsch des Leiters der Bundesanstalt für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft in Scharfling, Dr. W. Einsele nach einer Darstellung der Geologie der Salzkammergutseen den Anlaß einer näheren Beschäftigung mit der Frage der Seenverlandung und der Abtragsvorgänge im Einzugsgebiet der Seen. Es ist eine eingehendere Bearbeitung geplant und eingeleitet.

¹¹⁾ **Beurle G.**, Die Verlandung des Stausees „Steyrdurchbruch“. Second Congress on large dams (1936).

Rosenauer F., Wasser und Gewässer in Oberösterreich (1948) S. 225.

Walser E., Mesures recentes des depots d' alluvions dans certains deltas suisses. Compt. rend. et rapp. Assemblée generale de Toronto (1957).