

Der entleerte Gosausee.

Geologische Beobachtungen am Seeboden.

Von
Josef Schädler, Linz.

Einleitung.

Das Bild des Vorderen Gosausees mit dem Blick auf den Dachstein gehört zu den klassischen Alpenansichten. Die dunkelgrüne Wasserfläche liegt eingebettet zwischen den steilen Felshängen des Lärchkogels und dem Hochwald des Burghagen, überragt von den kühnen Wänden und Zinnen des Stuhlgebirges. In der Bildmitte weitet sich diese wuchtige Umrahmung, und es wird im Hintergrund die helle, gletscherumsäumte Gipfelgestalt des Hohen Dachsteins sichtbar, vornehm abgerückt, aber doch wieder nahe und eng mit dem See im Vordergrund verknüpft.

So bekannt dieses Bild ist, so bekannt und viel beklagt ist aber auch die Tatsache der Kraftwerksnutzung dieses Sees, und immer wieder wird auf den Gosausee als Beispiel hingewiesen, wie durch den Kraftwerkbau die unberührte, ursprüngliche Schönheit der Landschaft gestört werden kann. Als störend wird vor allem der Speicherbetrieb empfunden, in dessen Wesen Spiegelschwankungen und Seeabsenkungen, im äußersten Fall wie beim Vorderen Gosausee die zeitweise fast völlige Entleerung des Sees gelegen sind.

Der Gedanke, den Gosausee und die Gefällsstrecken des Gosaubaches zu nützen, geht in die Anfangszeit des heimischen Kraftwerkbaus zurück. Vor nunmehr 50 Jahren wurde im Jahre 1907 von den Elektrizitätswerken Stern und Hafferl AG in Gmunden der Plan der Gosauwerke fertiggestellt, und im Jahre 1913 war die Kraftwerkstufe des Vorderen Gosausees betriebsbereit.

Die Veränderungen am See bestanden in einer Hebung des Wasserspiegels um 13 Meter durch einen über der alten Seeklause errichteten Damm, wodurch ein Stauinhalt von 11,5 Millionen Kubikmetern erzielt wurde.

Im Jahre 1928 ging man daran, den See in den Wintermonaten abzusenken; eine im See schwimmende Pumpe hob das Wasser zum Betriebsstollen. Durch eine Absenkung von etwa 60 Metern können rund 25 Millionen Kubikmeter wertvolles Winterwasser gewonnen werden. Es kommt dieses nicht nur den Gosauwerken, sondern auch der gesamten Kraftwerksreihe des Traunflusses bis zur Mündung in die Donau zugute.

Als Ersatz für die Schwimmpumpe wurde im Jahre 1947 die Pumpenanlage in einen am Ufer im Fels ausgesprengten Schacht verlegt, der mit der Seewanne in etwa 60 Meter Tiefe durch einen Zulaufstollen verbunden wurde. Der Wegfall der Schwimmpumpe und der gleichzeitig vorgenommene Umbau des alten, unschönen Überlaufwehres hatte eine erfreuliche Besserung und Wiederherstellung des natürlichen Uferbildes zur Folge. Während der Bauzeit blieb der See in den Sommermonaten abgesenkt, und es bot sich die seltene Gelegenheit, die sonst während der winterlichen Absenkezeit meist schneebedeckten Seehänge zu begehen und näher zu untersuchen.

Zur Zeit der tiefsten Absenkung wurde auftrags der Oberösterreichischen Kraftwerke (OKA) eine photogrammetrische Aufnahme der Seewanne durch Dipl.-Ing. G. Höllhuber (Wels) vorgenommen und ein Schichtlinienplan im Maßstab 1:2000 hergestellt, den Dipl.-Ing. Woletz durch Lotungen im Restsee ergänzte. Im Juni 1947 habe ich an Hand dieses schönen Planes den trockenliegenden Seeboden geologisch kartiert.

Für die Ermöglichung dieser Kartierung bin ich der Generaldirektion der OKA, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. K. Fähndrich, zu besonderem Dank verpflichtet. Meinen besten Dank möchte ich auch Herrn Dipl.-Ing. K. Nägerl, dem örtlichen Bauleiter am Gosausee, für die Unterstützung während der Ausführung der Geländebegehungen aussprechen. Herr Dipl.-Ing. Nägerl hat eine Reihe von Lichtbildern hergestellt, die er mir in freundlicher Weise zur Verfügung stellte. Einige weitere Lichtbilder verdanke ich Herrn Dipl.-Ing. V. Fischmeister.

Herr Generaldirektor Dipl.-Ing. V. Frisch gestattete in freundlicher Weise die Veröffentlichung der auftrags der OKA ausgeführten Untersuchungen.

Ich gebe im folgenden eine kurze Übersicht der geologischen Lage des Gosausees und berichte anschließend über die Beobachtungen an den Ablagerungen des Seebodens, im besonderen über die eigenartigen Anätzungen des Kalksteins durch das Seewasser, sowie über die Auswirkungen der Seeabsenkung und des Speicherbetriebes.

Geologische Lage.

Der Vordere Gosausee (mittlerer natürlicher Wasserstand = 907 m) liegt zusammen mit seinen beiden Begleitseen, der Gosaulacke (970 m) und dem Hinteren Gosausee (1154 m), in einer tiefen, grabenförmigen Einsenkung im nordwestlichen Teil der Hochgebirgsgruppe des Dachsteins. Die rechte nördliche Begrenzung bilden der Gebirgsstock und die Karsthochfläche des Moderecks (1855 m), die Gegenflanke das Stuhlgelände, auch Gosaukamm genannt, das in der Großwand bis 2413 m ansteigt. Beide Talflanken bestehen aus **D a c h s t e i n k a l k** (norisch-

rhätische Stufe der Obertrias, alpiner Keuper), jedoch in verschiedener, förmlich gegensätzlicher Ausbildungsart. Während der Modereckstock die normale, weitverbreitete, dickbankige Ausbildung des Dachsteinkalkes zeigt, tritt er im Stuhlgelbge als massiger Korallenriffkalk in Erscheinung. Die den Dolomitengipfeln ähnliche reiche Gliederung und Auflösung in kühne Türme und Zacken hängt damit zusammen. Der gebankte Dachsteinkalk hingegen neigt zu breiteren, ungegliederten Bergformen und Hochflächen.

Im Norden schließt sich an das Seengebiet das walddreiche Gosau-becken an, dessen mildere Geländeformen durch die leichter verwitternden Sandsteine und Mergel der Oberkreide-Gosauschichten bedingt sind.

Die Grabenfurche der drei Gosauseen folgt einer Störung im Gebirgsbau, der sogenannten *Reißgangstörung*, die in Nordwest-Südost-Richtung von der Zwieselalm mit ihrem verwickelten Schuppenbau über die Seen zur Reißgangscharte in der Gipfelregion des Hohen Dachsteins verläuft¹⁾.

Zwischen den verhältnismäßig flach gelagerten Dachsteinkalkschollen sind teilweise steil gestellte Schuppen von Hauptdolomit, norisch-karnischem Hornsteinkalk (Hüpflingeralk), Lias-Fleckenmergel und andere eingeklemmt.

Die leichte Ausräumbarkeit der tektonisch beanspruchten Gesteinsschichten der Störungszone begünstigte die Eintiefung der Seenfurche. Ihre Formung hat diese durch einen Zweig des eiszeitlichen Dachsteingletschers erfahren. Ein Talquerschnitt über den Vorderen Gosausee läßt deutlich die typische U-Form des gletschergeformten Trogtales erkennen. (Bild 1.)

Natürlicher und künstlicher Seedamm.

Die jüngere Talgeschichte beginnt mit dem Ende der Würmeiszeit und dem endgültigen Rückgang des letzten großen Eiszeitgletschers. Damit war auch die Geburtsstunde des Vorderen Gosausees gekommen.

Zwischen der Zwieselalm und dem Klauskogel weist das Trogtal der Seefurche eine Verengung auf. Hier hielt der Eisrand während des allgemeinen Gletscherrückzuges vorübergehend längere Zeit, und es baute sich ein mächtiger, wallartiger Talriegel auf, der die natürliche Verdämmung des Seebeckens bildet. Es handelt sich um keinen einfachen Moränenwall, sondern um eine mehrschichtige Talverschüttung.

Die Tiefenlage des felsigen Taluntergrundes ist nicht genau bekannt. O. A m p f e r e²⁾ vermutet ihn erst unterhalb des tiefsten Punktes der Seewanne. Wahrscheinlich bildet der Hauptdolomit, der von der Zwieselalmflanke bis zum Fuß des Klauskogels übergreift, eine niedere Schwelle, in der möglicherweise eine Rinne oder Schlucht eingesägt ist. Als tiefste

Schichte der Talfüllungen ist eine dichte Grundmoräne bekannt, über der sich an der rechten Talseite die End- oder Stirnmoräne aus der Zeit des Rückzuges des Eises und an der linken Talseite ein aus hornsteinführendem, tonigem Kleinschutt bestehender Schuttkegel aufbaut. Die Rückzugschwankung wird nach A. Penk in das Daunstadium eingereiht⁸⁾.

Die Daun-Endmoräne ist locker, kreidig-tonig ausgebildet und enthält Einlagerungen von Gletscherschlamm. Sie ist daher nicht zuverlässig dicht. Auch der Schuttkegel wird als nicht unbedingt wasserundurchlässig beurteilt.

Über der Daunmoräne und mit ihr verzahnt erhebt sich am Fuß des Klauskogels ein mächtiger Wall aus grobem Gehängeschutt und Blockwerk von Dachsteinkalk, ein vom Klauskogel niedergebrochener alter Bergsturz.

Durch diesen natürlichen Damm wurde nach dem Abschmelzen des im Trogtal verbliebenen Eiskuchens der See aufgestaut. In der Folgezeit hat sich der Seeabfluß etwa 15 m tief in den Naturdamm eingeschürft.

Der Grundgedanke des Kraftwerkbaues war, diese Bacheintiefung durch einen künstlichen Damm zu schließen. Es wurde hiedurch der See Spiegel wieder auf den vermutlichen, kurz nacheiszeitlichen Stand gehoben.

Der Staudamm wurde durch eine Herdmauer und eine wasserseitige Pflasterung gedichtet. Aber der alte Naturdamm, in den er eingefügt ist und auf dem er gegründet wurde, ist nicht ganz undurchlässig. Im Laufe der Zeit nahmen die Durchsickerungen zu. Sie machten immer wieder Dichtungsmaßnahmen, zuletzt im Jahre 1947, anlässlich der sommerlichen Absenkung notwendig.

Spiegelschwankungen und Speicherbetrieb.

Im gefüllten Zustand hat der See eine Länge von 1,6 km und eine mittlere Breite von 400 m. Durch den künstlichen Aufstau blieb das Aussehen des Sees im wesentlichen unverändert, am oberen Ende, dem sogenannten Seeort, kam die flache Uferebene im Bereich des Mündungsschuttkegels des Lackenbaches unter Wasser.

Der Vordere Gosausee unterlag schon vor der Kraftwerksnutzung im natürlichen Zustand Spiegelschwankungen. Während der Wintermonate kam es infolge der unterirdischen Abflüsse des Sees zu Absenkungen von fünf bis sechs Metern. Der Hintere Gosausee, bisher von jedweden künstlichen Eingriffen unberührt, weist Spiegelschwankungen bis zu 15 Meter auf; auch die Gosaulacken zeigen Schwankungen von vier bis fünf Metern.

Es hängt diese Erscheinung mit der Verkarstung des Dachsteingebietes zusammen. In Karstgebieten sind Schwankungen der Seewasser-

stände keine Seltenheit. Es kann in langperiodischem Wechsel zur völligen Austrocknung von solchen Karstseen kommen.

Der Wasserabfluß vollzieht sich im verkarsteten Dachsteingebiet fast ausschließlich unterirdisch in einem weitverzweigten Höhlen-, Kluft- und Röhrennetz. Die Gosauseen liegen zwar schon in der Randzone der großen Hochkarstgebiete; ihre Zuflüsse sowohl wie ihre Abflüsse erfolgen aber doch weitgehend im verkarsteten Dachsteinkalk. Es spielen die Seebecken in diesem unterirdischen, natürlichen Wasserhaushalt die Rolle von oberirdisch sichtbaren Zwischenspeichern und Überlaufbecken.

So hatte die künstliche Winterabsenkung schon ein natürliches Vorbild; allerdings in einem bescheidenen Ausmaß. Während die tiefste, bekannte natürliche Absenkung 15 Prozent der Seetiefe betrug, beträgt die künstliche 86 Prozent, so daß man mit Recht von einer Entleerung des Sees sprechen kann.

Die künstliche Absenkung erfolgt in den Wintermonaten. Zu dieser Zeit bot auch früher die weiße Fläche des zugefrorenen Sees ein eintöniges Bild. Die Schneedecke mildert auch heute den Anblick der trockenen Seewanne. Die Frühjahrsschmelzwässer füllen den See auf und bleibt er über die Sommermonate — gemäß behördlicher Vorschrift 1. Mai bis 1. Oktober — gespannt.

Diese jährliche Entleerung vollzieht sich nun schon seit 30 Jahren.

Im folgenden sind die Meereshöhen der verschiedenen Wasserstände und Seedaten zusammengestellt:

Meereshöhe

m

923,25	Höchststand
921,50	Stauziel des Kraftwerkausbaues 1911
915,00	Sommerlicher Hochstand
907,00	Ehemaliger natürlicher mittlerer Wasserspiegel
900,00	Betriebsstollen
901—902	Tiefstände der ehem. natürlichen Spiegelschwankungen
859,60	Einlaufstollen zur Schachtpumpe
856,00	Tiefste Absenkung (Sommer 1947)
844,90	Tiefster Punkt der Seewanne

Die Seewanne.

Die entleerte Seewanne wirkt auf den Beschauer als ein riesiges, ödes, steiniges Loch innerhalb der waldigen Umgebung. Die lebhaft gegliederte Bergumrahmung kontrastiert eigenartig mit den ausgeglichenen, gleichmäßig geböschten Halden der Seewanne (Bild 3).

Der Boden der Seewanne verläuft auffallend eben in einer Länge von 1,1 km und 200 bis 300 m Breite. Er setzt sich scharf von den

Flanken ab. Der tiefste gelotete Punkt liegt am Fuß der Ebenkogelwand in 844,9 m Meereshöhe.

Die rechte Flanke ist die steilere; in ihr erscheint die eiszeitliche Ausräumungsform, die Trogform, gut erhalten, während die linke Flanke ihre Form der nacheiszeitlichen Zuschüttung durch Gehängeschutt verdankt. Maßgebend für die Formung der Seewanne waren dann noch die Mündungsschwemmkegel von zwei Bächen, dem L a c k e n b a c h und dem B ä r e n b a c h.

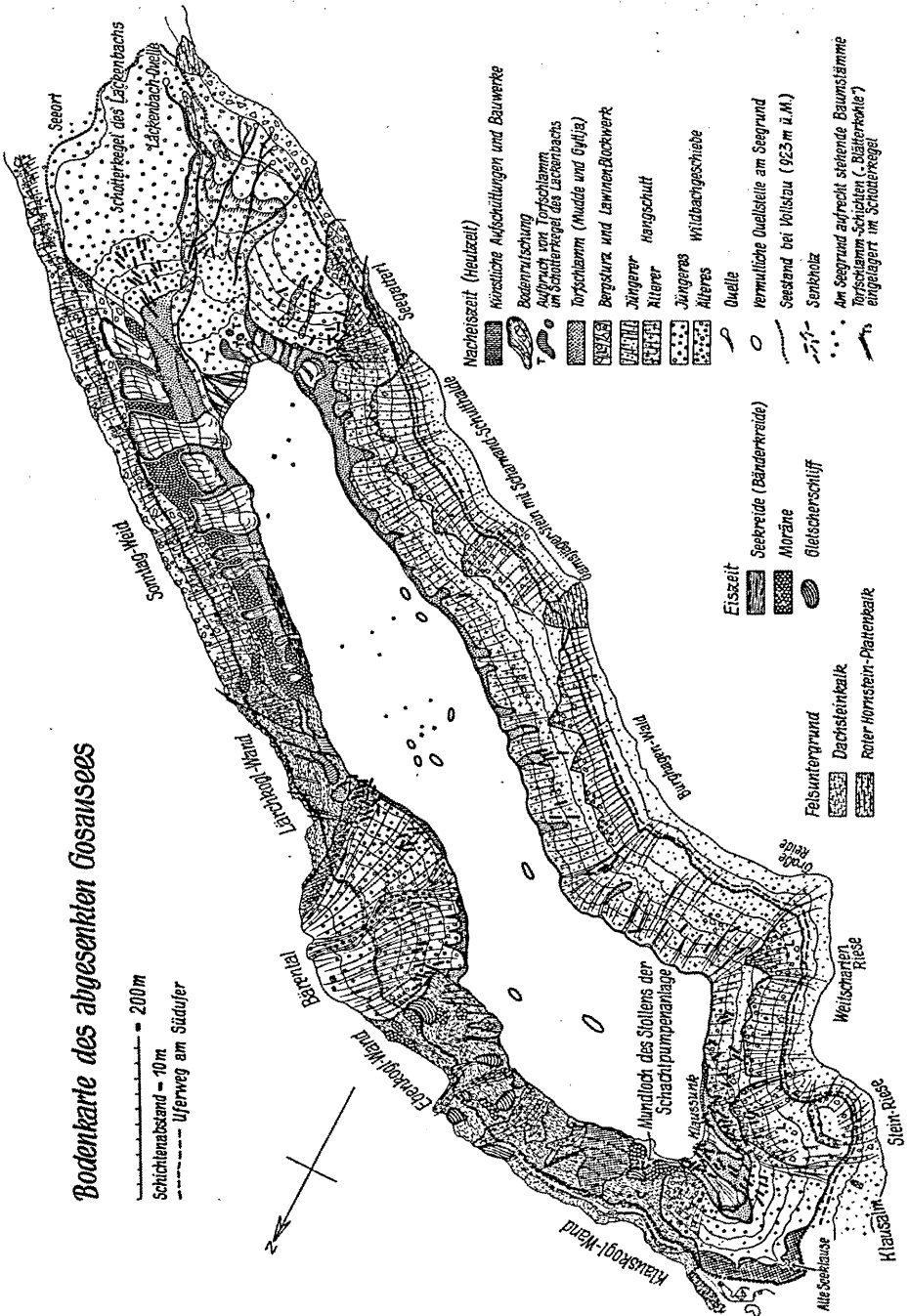
Der L a c k e n b a c h hat seinen Schwemmkegel etwa einen halben Kilometer in den See vorgeschoben und schätzungsweise seit dem Seeaufstau drei bis vier Millionen Kubikmeter Bachgeschiebe abgelagert, was einer mittleren Jahreszufuhr von 400 bis 500 Kubikmetern entsprechen würde. Vermutlich war diese aber kurz nacheiszeitlich zur Zeit, als viel leicht abräumbarer Schutt des rückweichenden Gletschers bereitlag, beträchtlich höher und hat sich später vermindert. Derzeit fließt der Lackenbach nur zeitweise oberirdisch, meist versickert er im Schotterkörper. Im abgesenkten See erfolgt der Zufluß zum See aus dem Grundwasser als kräftige Quelle oder Quellgruppe. Die Geschiebeanlieferung ist daher in letzter Zeit eine sehr geringe. Durch den Absenk- und Speicherbetrieb wird der Schwemmkegel abgetragen und als flacher, umgelagerter Schwemmkegel auf dem Seeboden ausgebreitet.

Im Landschaftsbild des gefüllten Sees tritt der Schuttkegel des B ä r e n t a l e s nicht sonderlich hervor; eingebettet zwischen Lärchkogel und dem Ebenkogel bleibt er fast unbemerkt. Um so eindrucksvoller tritt er in der trockengelegten Seewanne in Erscheinung. Seine Form ist von modellartiger Regelmäßigkeit. Es hat sich der wohlgeformte, ebenemäßige Halbkegel schon so weit vorgebaut, daß der abgesenkte Restsee fast zweigeteilt, in einen Obersee und Untersee, erscheint. Die Geschiebemenge ist beträchtlich kleiner wie die des Lackenbaches. Sie kann auf etwa 300.000 bis 500.000 Kubikmeter veranschlagt werden, wobei vermutlich ebenfalls die Hauptaufschüttung kurz nacheiszeitlich erfolgte.

Im Umkreis der Seewanne prägt sich die alte natürliche U f e r l i n i e sehr deutlich im Bereich der Schutthalden und Schwemmkegel als Böschungsknick ab. In der ehemaligen, mittleren Spiegelhöhe läßt sich eine 10 bis 20 m breite U f e r b a n k, auch Schar oder Schelf genannt, verfolgen, von einer niederen Uferversteilung, dem Kliff, begleitet.

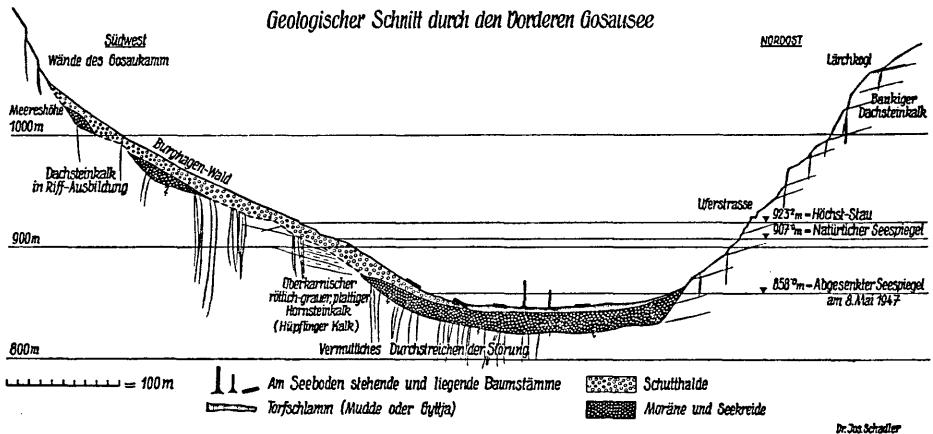
Seebodenkarte.

Der Schichtenplan der OKA (1:2000) bot eine ausgezeichnete Unterlage für die geologische Aufnahme des Seebodens. Ich habe diese Kartierung in der Zeit vom 19. bis 23. Juni 1947 bei günstigem, trockenem Wetter vorgenommen. Es bot die Begehung dieses — in buchstäblichem



Sinne — Neulandes durch die Fülle von eigenartigen Einzelercheinungen einen besonderen Reiz.

Steigt man die Hänge der Seewanne hinab, so fällt zunächst auf, wie locker die steilen Geröllhalden geschüttet sind. Auch die Großblockhalden sind recht labil aufgehäuft und ist beim Durchklettern Vorsicht geboten. Die Blöcke haben sich unter Wasser infolge des Auftriebs förmlich schwebend aufeinandergelegt und sind nun, des Wassergegendrucks beraubt, oft recht mangelhaft gegenseitig abgestützt und verklemmt. Daß man im Bereich der tonigen und schlammigen Ablagerungen bei jedem Schritt



aufpassen muß, erscheint selbstverständlich. Recht tückisch erweisen sich Stellen, an denen noch breiartig weiche Massen von harmlosem Schutt oder Schotter nur ganz dünn überdeckt sind oder eine oberflächliche Austrocknung und Überkrustung einen begehbaren Boden vortäuscht.

Im geologischen Lageplan des Seebodens sind die beobachteten Bodenarten in folgende Gruppen gegliedert:

Felsboden, das sind Entblößungen und Aufragungen des Taluntergrundes.

Eiszeitliche Ablagerungen.

Nacheiszeitliche Ablagerungen und noch heute andauernde Bildungen.

In einem besonderen Abschnitt wird über die Anätzungs- und Lösungserscheinungen berichtet, die an den Kalkgesteinen der Seewanne festzustellen waren, also auf die Einwirkungen des Seewassers auf seinen Gesteinsbehälter.

Schließlich werden noch die Veränderungen und Auswirkungen dargestellt, die durch die Absenkung des Seespiegels und durch den Speicherbetrieb ausgelöst wurden.

Felsboden.

Der blanke Fels tritt im Bereich der Seewanne verhältnismäßig wenig hervor. Nur etwa 20 bis 25 Prozent der Gesamtbodenfläche bildet der anstehende Felsuntergrund. Die hauptsächlichen Entblößungen liegen entlang der rechten Seeflanke im Gebiet des Lärchkogels, des Ebenkogels und Klauskogels. In steilen, teilweise überhängenden Wänden, nur spärlich von Moränenresten oder Schuttwerk überdeckt, fällt der Fels ab. Er besteht aus dickbankigem bis massigem Dachsteinkalk von hellgrauer, teilweise etwas rötlicher Farbe, meist reichlich von dünnen, roten Tonklüften durchzogen. Die Bankung zeigt flaches bis mittelsteiles Einfallen gegen Süden, also bergauswärts gegen den See zu. Die Klüfte verlaufen vorwiegend in Nord-Süd- und Ostnordost-West-südwest-Richtung, demnach quer und senkrecht zum Seeufer. Eine stärkere Klüftung und tektonische Zerrüttung streicht durch das Bärenal und über die Goisereben durch die große Klamm ins Gosautal zwischen dem Kraftwerk und dem Gosauschmied. Es treten hier in einer Entfernung von 1,5 bis 2,0 km vom Seeufer sehr starke Karstquellen, die sogenannten Brunnbäche, zutage. Im Jahre 1949 ließ die OKA durch das Laboratorium Asboth (Grundlsee) Färbungs- und Salzungsversuche vornehmen. Sie zeigten, daß die Brunnbäche ihren Zufluß teilweise aus dem Gosausee empfangen und daß die Hauptschlucklöcher in der Felsnische unterhalb des Ebenkogels gelegen sind. Es muß aber die gesamte rechte Felsflanke einschließlich des Bärenalchwemmkegels als verkarstet und wasserdurchlässig angesehen werden. Bei einem Höhenunterschied von rund 100 m und einer Fließlänge von etwa 1500 m wurde die Fließgeschwindigkeit der vom See eingespeisten Karstklutwässer mit etwa 20 m pro Stunde, d. h. fast 500 m pro Tag, ermittelt⁴).

Kleine Felsentblößungen finden sich dann an der linken Seeflanke nächst den Lackenquellen. Sie wurden in ihrer heutigen Ausdehnung erst nach der Absenkung durch die Einrisse im Schotterkegel freigelegt. Weiter spießt der Fels beim Seegatterl und beim Gamsjägerstein durch. Es treten hier rötliche Hornsteinplattenkalke zutage, die früher als Reiflinger, neuerdings als Hüpflinger Kalke bezeichnet werden.

Die Felshänge der rechten Seeflanke zeigen häufig prächtige Gletscherschliffe, besonders an den erst in jüngster Zeit durch das Abgleiten der Moränendecken bloßgelegten Stellen.

Eiszeitliche Ablagerungen.

Es wurde schon erwähnt, daß die Abdämmung des Seebeckens durch einen späteiszeitlichen Moränen- und Schuttwall erfolgte. Im Umkreis der Seewanne finden sich Moränenablagerungen entlang der rechten Seeflanke. Zwischen dem Seeort und dem Lärchkogel im Gebiet der Sonntag-

weid liegt eine geschlossene Grundmoränendecke ausgebreitet, teilweise überrollt von Felssturzböcken und Hangschutt. Auf den steilen Felshängen des Ebenkogels und Klauskogels haben sich nur einige verstreute Reste erhalten. Es handelt sich um festgelagerten, stark gepreßten, dichten Grundmoränengeschiebemergel. Die Geschiebe, durchaus deutlich gekritz und geschrammt, bestehen fast zur Gänze aus Dachsteinkalk; es kommen aber auch vereinzelt Dolomite, rotgefärbte Kalke, Fleckenmergel und Sandsteine vor, die aus den im Taluntergrund durchstreichenden Schichten der Reißgangstörung aufgeschürft sind. Fremdgesteine aus den Tauern fehlen.

Am Fuß des Sonntagweidehanges ist eine mehrere Meter mächtige Schichte von Bänder-ton bzw. Bänderkreide oder Seekreide durch die Hangrutschungen angerissen. Hellgelblichweiß gefärbt wechseln millimeterdünne tonig-schluffige und feinsandige Lagen von Kalkzerreibsel. Bänderkreide oder Bergkreide ähnlicher Ausbildung, im Verband mit Grundmoränen, findet sich etwa 100 bis 150 Meter oberhalb des Sees im Bärental. Sie wurden dort auch zeitweise abgebaut.

Die Grundmoränen- und Bänderkreideablagerungen überziehen den Felsuntergrund der Seewanne wie eine wasserdichte Haut. Sie sind daher für den Wasserhaushalt des Sees bedeutungsvoll. Wo sie fehlen oder abgeräumt sind und der verkarstete Gebirgskörper des Dachsteinkalks die Seewanne begrenzt, erweist sich dieser wasserwegsam, so daß Wasserverluste die Folge sind.

Nacheiszeitliche Ablagerungen.

Schutthalden und Schotterkegel.

Die ganze linke Seeflanke wird einheitlich von der Burghagenschutthalde gebildet. Der Gehängeschutt stammt vom Stuhlgebirge, besteht daher aus Dachsteinriffkalk. Dem Mittel- und Grobschutt sind vielfach Großblöcke bis über einen Meter Durchmesser beigemischt.

Nahe dem unteren Ende des Sees in der großen Reide und bei der Klausalm reichen die Schutthalden und Lawinengänge der Donnerkogeln bis an das Seeufer und bis in den See, und es bringen die Lawinen ständig neuen Kleinschutt zusammen mit großen Felsblöcken und viel Baum- und Strauchwerk.

Im übrigen Bereich der Burghagenschutthalde hingegen ist die Schuttnachschafterung eine sehr geringfügige. Die Wandstufe des Steigls schirmt das Seeufer von den großen Steinriesen und Schuttrinnen der Gipfelregion ab. Es bildet auch der Burghagenwald einen guten Steinfang. So hat sich die Schutthalde seit dem ersten Böschungsausgleich kurz nach dem Abschmelzen des in der Seewanne verbliebenen Eisrestes nur wenig verändert. Hiefür spricht auch, daß sie teilweise zu einer lockeren Ge-

hängebrekzie verkrustet ist und sich in den tieferen Teilen stärkere Anätzungen zeigen.

Auch die Blockhalden und Felssturzmassen am Fuß der Seegatterwand und des Lärchkogels wurden zweifellos hauptsächlich in jener Frühzeit des Seeaufstaus gebildet und haben sich, wie die Anätzungen zeigen, seither wenig vermehrt.

Die Schotterablagerungen der beiden Bäche bestehen aus umgelagerten Moränenablagerungen und Hangschutt, fast ausschließlich Dachsteinkalk. Im Einzugsgebiet der Bäche wurde nach dem Eisrückgang das verstreut liegende gebliebene und steil geböschte Schutt- und Blockmaterial abgeräumt und abgefrachtet, und es ist anzunehmen, daß nach dieser ersten Abtragsphase eine Verlangsamung der Erosion und Verminderung der Geschiebeführung eingetreten ist. Die Überstreuung des Mündungsdeltas am Seeort mit Bergsturzböcken gibt ein annäherndes Maß des nacheiszeitlichen Abtrags durch Felsablösungen. Die Menge ist verhältnismäßig sehr gering.

Schwemmtorf und Senkholz.

Die Ablagerungen der unteren, flacheren Teile der Seewanne wurden erst durch die äußerst tiefe Absenkung im Sommer 1947 sichtbar und zugänglich, und da zeigte sich als auffallende Erscheinung ein dunkelbraun bis schwarz gefärbter Schlamm, der als einheitliche Schichte den gesamten tieferen Seeboden überdeckt. Der Schlamm besteht aus Pflanzenmoder, aus humifizierten, vertorfenden Pflanzenresten in Form von feinem und feinstem Zerreibsel, aber auch in Form von erkennbaren Pflanzenteilen bis zu ganzen Baumstämmen. Vielfach, besonders in den höheren Teilen, ist dem Torfschlamm ein feinstes Kalksand beigemischt und finden sich Übergänge zu einem humosen Kalksand und Kalkschlamm. Teilweise scheint es sich da um jüngste Ablagerungen von Trüb- und Sinkstoffen zu handeln, die infolge der Absenkungen aufgeschlämmt und ausgespült wurden. Im allgemeinen zeigten sich die Ablagerungen schlammartig weich. Sie wurden aber durch Austrocknung bald so steif, daß sie schneidbar und stichfest, aber nicht begehbar waren.

Es sind ähnliche Ablagerungen schon aus anderen Seen bekannt. G. Göttinger⁵⁾ hat sie 1911 vom Lunzer See beschrieben und als „Schweb“ bezeichnet. In Schweden werden solche fast ausschließlich phytogene und planktogene Seeschlammablagerungen „Gyttja“, in Norddeutschland „Mudde“ genannt. E. Wasmund⁶⁾ (1930) spricht von „Schwemmtorf“ und versteht darunter Ablagerungen „von zerbröckeltem Torf mit Schilf, Früchten und auch Trifelhölzern, im allgemeinen von pflanzlichen Reststoffen, die durch eine lange Schwimmfähigkeit im Wasser ausgezeichnet sind und im Schwemmtorf in einem gemeinsamen Grab (Thanatocönose) vereinigt sind“.

Es scheint mir diese Bezeichnung Schwemmtorf oder gegebenenfalls auch Torfschlamm für die Ablagerungen des Vorderen Gosausees am passendsten zu sein.

Diese Schwemmtorfablagerungen erreichen am unteren Ende des Sees eine Mächtigkeit bis zu vier Metern, während sie am oberen Ende nur höchstens 1,5 Meter mächtig sind. An beiden Stellen liegen sie unmittelbar auf der Grundmoräne oder auf dem Bänderton. Die Zunahme der Schichtdicke am unteren Ende des Sees hängt jedenfalls mit der Anschwemmung von Triftgut in der Umgebung des Seeausflusses zusammen.

Es ist anzunehmen, daß sich die Schwemmtorfschichte über den gesamten ebenen Seeboden ausdehnt. Dipl.-Ing. Woletz berichtete zwar, daß er bei seinen Lotungen an den tiefsten Stellen des Sees am Fuß des Ebenkogls harten Felsboden verspürt hätte. Möglicherweise handelte es sich aber hier um Felsblöcke, die erst in allerjüngster Zeit durch die Absenkungen sich von der überhängenden Wand gelöst hatten.

An den Flanken der Seewanne ziehen sich die Schwemmtorfabsätze streifenweise in Mulden ziemlich hoch empor, zeigen aber eine rasche Abnahme in den höheren Teilen. Eine geringe Überstreuung hat zweifellos bis zum alten Seespiegel gereicht. Sie wurde beim Absenkbetrieb durch den Wellenschlag abgespült und findet sich nun auf den getreppten Ufersäumen gesammelt. Ein geringer Teil dieses Pflanzenmoders stammt wohl auch vom abgeschwemmten Mutterboden des überstauten Ufersaumes.

Die Anhäufung in den tieferen Teilen ist einerseits durch Strömungen, andererseits aber durch die Verlangsamung und Verhinderung der Verwesung im kühlen und sauerstoffarmen bis sauerstofffreien Tiefenwasser bedingt.

In diesen tieferen, mächtigeren Schwemmtorfschichten fanden sich ziemlich reichlich Baumstämme eingebettet, auch Ballen von Weißmoos (Sphagnum) konnte ich beobachten. Das eingeschlossene Holz erwies sich ganz weich und zwischen den Fingern zerdrückbar. Eine aus dem tiefsten Absenkbereich entnommene Schwemmtorfprobe zeigte im frischen Anbruch eine hellrötlichbraune Farbe, die nach einigen Minuten an der Luft nachdunkelte und in ein dunkles Braunschwarz umschlug.

Es wurde schon erwähnt, daß durch die Absenkung des Sees der Lackenbachschotterkegel angerissen wurde. In der Einrißschlucht war die Schrägschichtung der Deltaschüttung sehr gut sichtbar und fanden sich zwischen den Schotterbänken mehrere ältere Schwemmtorfschichten eingelagert. Durch den Druck der auflastenden, 30 Meter mächtigen Schotter zeigte sich der holzreiche Torfschlamm hart und fest gepreßt, schwarz gefärbt, also leicht inkohlt, etwa vom Aussehen einer eiszeitlichen Blätterkohle.

Baumstämme finden sich an den Seeflanken allenthalben verstreut. Das Untersinken verwesender, mit Wasser völlig durchtränkter Holzstämme ist ja auch von den übrigen Salzkammergutseen bekannt. Es werden diese am Seeboden aufliegenden Stämme als „Senkholz“ bezeichnet. Am unteren und am oberen Ende des Sees scheint die Überstreuung mit solchen Senkhölzern eine dichtere zu sein, besonders in der Nähe der alten Seeklause fällt eine Anhäufung von mächtigen Stämmen auf. Es handelt sich vorwiegend um Fichten, aber wohl auch um Lärchen und Laubbäume, die durch Windbruch, durch Hochwässer oder durch Lawinen in den See gelangten. Da sich auch behauene Stämme vorfinden, kamen sie teilweise wohl erst in jüngster Zeit durch die Holzlieferung und Triftung in den See.

Ein überraschendes Bild bot sich im Frühjahr 1947 dar, als der See den bis dahin tiefsten Stand der Absenkung erreichte. In der Mitte des Restsees tauchten die Spitzen von aufrecht stehenden Baumstämmen auf. Bei einer Spiegelhöhe von 858,0 m Meereshöhe konnten die Spitzen von 14 Baumstämmen gezählt werden. Die meisten standen genau senkrecht, doch wiesen einige eine leichte Neigung talauswärts auf. Sie waren vermutlich durch die Wasserströmung, wahrscheinlich erst im Laufe der Absenkung in diese schiefe Lage gekommen. Der stärkste Stamm ragte 12 Meter über den Spiegel des an dieser Stelle noch 14 Meter tiefen Sees empor. Der alte Riese hatte in der Höhe des Seespiegels einen Umfang von 1,90 Meter. Das Holz zeigte sich dunkelbraun gefärbt, wohl ganz fest, aber oberflächlich rissig, durch die Austrocknung an der Luft aufblättern (Bild 7).

Die Entstehung dieses „versunkenen Waldes“ ist wohl so zu denken, daß Waldbäume, in erster Linie Fichten oder Lärchen, die gelegentlich mit ihrem Wurzelstock in den See gelangten, sich bei zunehmender Wassersättigung infolge der ungleichen Gewichtsverteilung schwimmend und schwebend lotrecht stellten und so langsam absinkend mit dem flachen Wurzelstock am Seeboden aufstellten und stehen blieben.

Man kann öfters beobachten, daß schon etwas vermoderte und stark angesoffene Holzstücke nicht flach, sondern senkrecht aufgerichtet im Wasser schwimmen und nur wenig über die Wasseroberfläche aufragen. Am 15. März 1952 bot sich mir ein solches Bild am Traunsee in der Schiffslände-Bucht beim Seebahnhof Gmunden: ein dichter Schwarm von altem, durch die Brandung wieder freigespülten Ufertreibholz — es waren Dutzende angemoderte, wassergetränkte Holzstücke von 5 bis 20 Zentimeter Länge — tanzten lotrecht stehend, kaum einen Zentimeter über den Wasserspiegel herausschauend, im Wellenspiel.

Ich verdanke Herrn Dr. E. H e h e n w a r t e r (Geologe der OKA in Linz/Donau) die Mitteilung einer ähnlichen Beobachtung vom

T r a u n s e e. Bei einer Motorbootfahrt im Jahre 1956 stieß sein Boot in der Nähe von Steinhaus auf einen bis zu etwa 20 Zentimeter unter den Wasserspiegel senkrecht aufragenden Holzpfahl. Es zeigte sich nun, daß der Pfahl durch den Anprall in der Tiefe des Wassers verschwand und erst nach einiger Zeit ganz langsam wieder hochkam. In der gleichen Tiefe von 20 Zentimeter, wie vor dem Zusammenstoß, verblieb er dann in aufrechter schwebender Lage. Durch einen leichten Druck mit der Hand konnte der Pfahl wieder in die Tiefe getaucht werden und es brauchte dann längere Zeit bis er wieder aufgestiegen war. (Steiggeschwindigkeit etwa 2 bis 4 cm pro Sekunde.) Es handelt sich um einen dicken Piloten des Schiffslandesteges Steinhaus, der mit anderem Altholz bei den Instandsetzungsarbeiten in den See gelangt war.

Über den Vorgang des lotrechten Niedersinkens von Treibholz im See gibt diese Beobachtung Dr. E. Hehenwarters einen sehr lehrreichen Aufschluß.

Wie mir Herr Dr. Hans Müller (Linz/Donau) mitteilt, sind ihm vom L u n z e r S e e am Seegrund senkrechte Baumstämme beim alten Brunnhäusl bekannt, durch die das Netzfischen behindert wird. Möglicherweise handelt es sich aber um künstliche Holzpfähle. Eine zweite Nachricht von aufrecht stehenden Baumstämmen am Seegrund liegt mir vom M o n d s e e vor. Nach einer Zeitungsmeldung hat ein Taucher im Jahre 1953 in der Nähe der Kienbergwand am Seeboden zahlreiche Baumstämme vorgefunden, die ihn bei seinem Vordringen stark behinderten. Die Stämme standen teilweise senkrecht, zwischen Steinen verkeilt. Es soll sich um Blochholz handeln, das in früherer Zeit über die Kienbergwand in den See abgeworfen wurde, dort tief eintauchte und gemäß der Zeitungsmeldung nur zu vier Fünfteln wieder an die Wasseroberfläche kam.

In der „Salzkammergut-Zeitung“ vom 21. April 1958 findet sich ein weiterer Bericht über solche Senkhölzer, und zwar vom T o p l i t z s e e. Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges versuchte die amerikanische Besatzung wertvolle deutsche Wehrmachtsgüter, die im Toplitzsee versenkt sein sollen, zu bergen. Es kamen hierbei zwei amerikanische Taucher ums Leben. Ein dritter wurde gerettet und dieser berichtete, wie folgt:

„Dort unten liegen Bäume, tausende, zehntausende vielleicht. Auf den Grund dieser Schichte wird niemals einer kommen. Die Bäume sind konserviert mit allen Ästen, teilweise mit den Wurzeln. Soweit ich schauen konnte, nur wirres Riesengerippe, alles ineinander verfilzt.“

Es wurde daraufhin der österreichische Taucher S. Naumann eingesetzt und dieser schreibt über seine Eindrücke:

„Es ist heute unmöglich, die tatsächliche Tiefe des Sees festzustellen. Für den Taucher, der hinuntersteigt, ist er nur etwa 40 Meter tief. Dann stößt er auf diese unübersehbare Schichte der Baumleichen, auf Zehntausende nackter Äste, auf dunkle



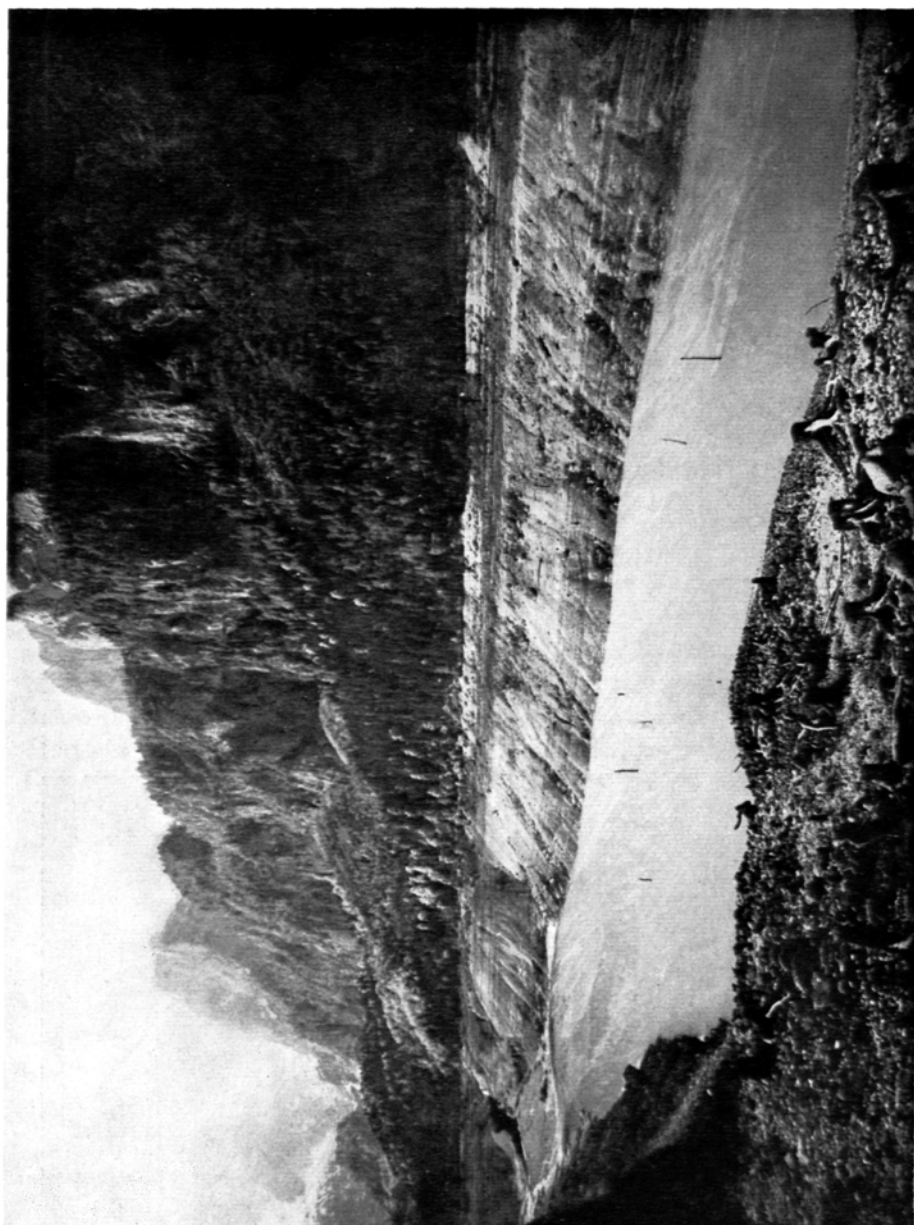
Aufnahme: Lenz

Bild 1.
Vorderer Gosausee mit Blick auf den Dachstein.



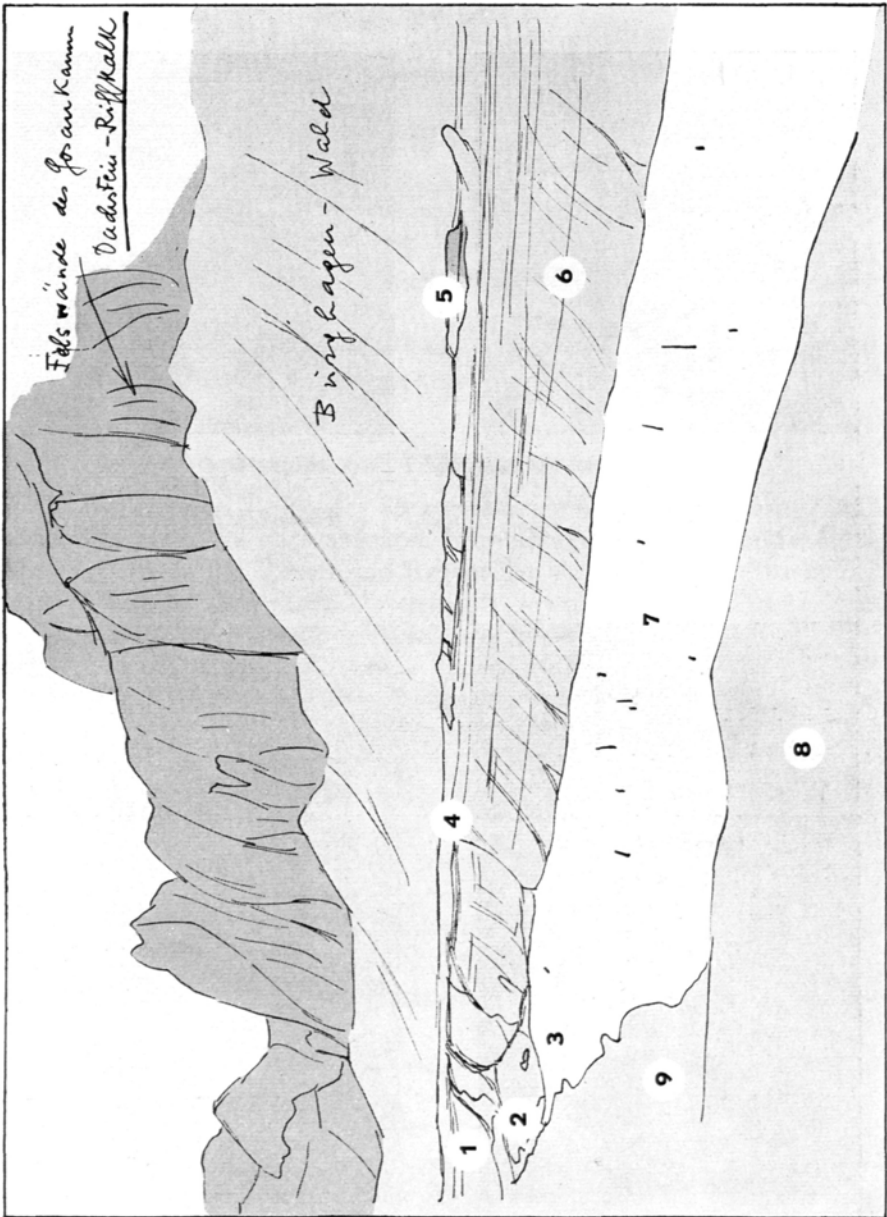
Aufnahme: Dipl.-Ing. V. Fischmeister

Bild 2.
Treppe durch den Wellenschlag am Lackenbach-Schwemmkegel.



Aufnahme: Alpenfotogrammetrie (Dipl.-Ing. G. Höllhuber, Wels)

Bild 3.
Der „entleerte“ See im Sommer 1947.



Erläuterungsblatt zu Bild 3

Der alte Lackenbach-Schwemmkegel (1) wird vom Lackenbach angeschürft, und es bildet sich ein neuer, flacher Schwemmfächer (2). An seinem unteren Ende die Torfschlamm-aufpressung (3). Die Burglagen-Schutthalde (6) mit überstauntem früherem Ufer zeigt eine leichte Wellenschlagtreppung und ist überstreut von Senkholz. (4) Seegatterl. (5) Gamsjägerstein. (7) In der Seemitte aufragende Baumstämme („Versunkener Wald“). (8) Bärenbach-Schwemmkegel. (9) Sonntagweid-Steilhang und Lärchkoglwand.

Höhlen zwischen den Skeletten. Der amerikanische Taucher hatte wahrscheinlich versucht, in das unheimliche Gewirr einzudringen. Vielleicht hoffte er, darunter den Grund des Sees zu finden. Sein Luftschlauch mag sich dann zwischen den starrenden Ästen verklemmt haben.“

Auch im Hallstätter See wurden bei den im Frühjahr 1958 vorgenommenen Untersuchungsbohrungen im Bereich des Schwemmkegels, auf dem der Markt Hallstatt erbaut ist, in verschiedenen Tiefen bis über einen Meter mächtige Schichten von Senkholz und Schwemmtorf angetroffen.

Es scheint demnach die Anhäufung von Senkholz und Baumstämmen am Grund der Seen des Salzkammergutes eine allgemein verbreitete Erscheinung zu sein.

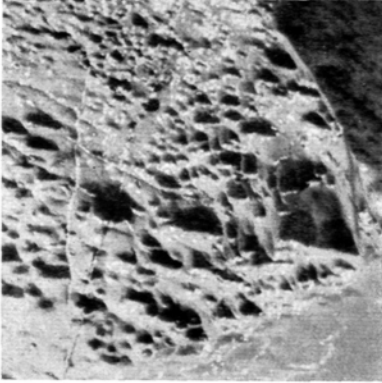
Anätzungs- und Lösungserscheinungen

In den tieferen Teilen der Seewanne zeigten sich die Felshänge und lockeren Einzelblöcke stark angeätzt, förmlich zerfressen. Die Bilder erinnern zunächst an die Karren und Regenrillen der alpinen Hochkarste, es bestehen jedoch wesentliche Unterschiede sowohl in den Einzelformen wie in ihrer Anordnung und Verteilung. Es läßt sich eine Formenreihe aufstellen, die von den bekannten Furchensteinen über röhrenförmige Anätzungen bis zu flächenhaften Lösungsformen überleitet und es ließen sich die einzelnen Formengruppen mit der Seetiefe in Beziehungen bringen.

Die Furchen- oder Rillensteine sind von zahlreichen Süßwasserseen beschrieben worden. Am Seeufer und in der Brandungszone findet man sehr häufig Kalk- oder Kalkmergel-Gerölle von unregelmäßig, wurmförmig gekrümmten, mehrere Millimeter tiefen und ebenso breiten Rinnen und Rillen durchfurcht.

Fr. S i m o n y ⁷⁾ hat sie schon 1871 vom Attersee beschrieben und als „Karrenfelder im kleinen, entstanden durch die Benagung des bewegten Wassers“ bezeichnet.

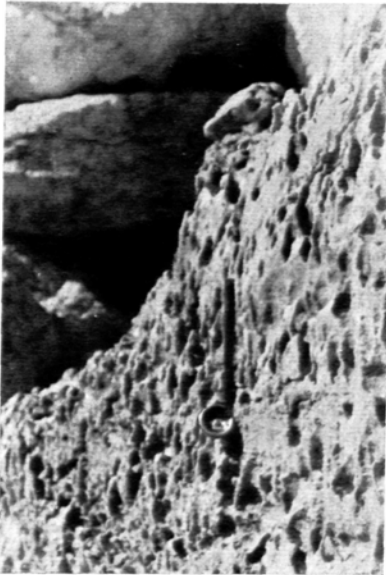
F. A. F o r e l ⁸⁾ beschäftigte sich 1901 eingehend mit den Furchensteinen des Genfer Sees. Es schließt sich ein reiches Schrifttum an, über das E. W a s m u n d ⁶⁾ im Handbuch der Bodenlehre (1930) einen Überblick gibt. Mehrfach wurde die Frage erörtert, ob bei der Bildung der Furchensteine die lösende Wirkung des Seewassers oder die Tätigkeit von Organismen die Hauptrolle spielt. In der Uferzone sind beide Möglichkeiten gegeben. Hier kann es übrigens auch zu Kalkausscheidungen durch pflanzliche und tierische Lebewesen, zu Umkrustungen von Strandgeröllen und Furchensteinen kommen, die dann Kleintieren als Wohnraum dienen. Es ist ein Wechselspiel zwischen Auflösung und Ausscheidung von Kalk möglich.



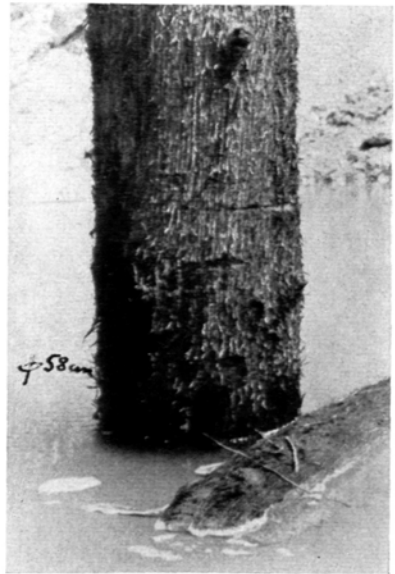
*Bild 4.
Seichtröhren.*



*Bild 5.
Flachmäpfe und flächenhafte
Anätzung.*



*Bild 6.
Tieftröhren.*



*Bild 7.
Über dem abgesenkten Seespiegel
auftragender Baumstamm.*

Es sei hier kurz eine Beobachtung eingefügt, die ich am Westufer der Pichl-Halbinsel bei Loibichl am Mondsee im Jahre 1936 machte. In Furchensteinen aus Flysch-Zementmergel war die Aushöhlung teilweise bis in die Kernteile der Gerölle fortgeschritten und es hatte sich dann eine tuffige Kalkkruste um das durchlöcherte Restgebilde gelegt. Dieses wurde schließlich von der Brandung ausgeworfen und zerstört. Es ließen sich alle Übergänge vom frischen Gesteinsgerölle bis zum tief zerfressenen und außen umkrusteten, leicht zerfallenden Furchenstein aufsammeln.

E. W a s m u n d *) spricht sich dafür aus, daß die Rillenbildung der Furchensteine durch rein anorganische Vorgänge verursacht wird.

Am Gosausee ist ein allmählicher Übergang von den Furchen in der Uferzone zu stärksten Anätzungen in größeren Seetiefen zu verfolgen. Da letztere sicher ohne Mitwirkung lebender Pflanzen oder Tiere zustande kamen, ist dies wohl auch für die Furchensteine anzunehmen.

Es zeigen sich am Gosausee die Kalkgerölle, wie auch die Felshänge bis zu einer Tiefe von 6 bis 10 Meter unterhalb des ursprünglichen Seespiegels, von kleinen Grübchen bedeckt, die sich gelegentlich zu Rillen und Furchen zusammenschließen. Die einfachen Grübchen und Pocken von 5 bis 10 Millimeter Durchmesser und Tiefe überwiegen jedoch. (Z o n e d e r P o c k e n u n d F u r c h e n.)

In Tiefen von 10 bis 15 Meter treten an Stelle dieser Pocken und Rillen röhrenförmige Vertiefungen von 2 bis 3 cm Durchmesser und Längen bis zu 5 cm. Es sitzt Röhre an Röhre und erscheint der Kalkstein wie durchsiebt. Mehrfach war zu beobachten, daß die Röhren in Reihen lotrecht untereinander liegen. Der Felshang erscheint dann wie gestreift (Z o n e d e r S e i c h t r ö h r e n, Bild 4).

In noch größerer Tiefe, annähernd bis 25 Meter, erfährt die röhrenförmige Anätzung eine weitere Steigerung. Die kreisrunden Röhren erreichen einen Durchmesser bis zu 6 cm und eine Länge bis zu 20 cm. Da meist Röhre an Röhre liegt, macht der Fels den Eindruck einer zelligen Durchhöhlung. Dünnere Gesteinsplatten sind wie ein Sieb durchlöchert. Die Wände zwischen den Röhren bilden scharfe Grate und Zacken (Z o n e d e r T i e f r ö h r e n, Bild 6).

Die Röhren sind im allgemeinen von oben nach unten in das Gestein eingesenkt und überziehen die Oberfläche wie ein Wabennetz. An großen Felsblöcken und an überhängenden Wandteilen finden sich auch auf der Unterseite röhrenförmige Anätzungen. Sie unterscheiden sich von den Oberseiteröhren dadurch, daß die Röhren nicht so dicht aneinander sitzen und unregelmäßiger geformt sind. Sie scheinen auch vorwiegend entlang von Klüften angeordnet zu sein. Ist die dichte, regelmäßig-wabenförmige Anordnung für die Oberseite kennzeichnend, so ist es die lockere Verteilung und bizzare Einzelform für die unterseitigen Röhren.

Es wurden unterseitige Ätzhöhlen durch Prof. Dr. F. X. Schaffer¹³⁾ von Mitterbach bei St. Ägyd am Neuwald (Niederösterreich) beschrieben. Es finden sich dort auf der Unterseite eines überhängenden Kalkfelsens etwa 40 Meter über der heutigen Talsohle der Traisen bis zu $\frac{3}{4}$ Meter lange Röhren eng aneinander gereiht. F. X. Schaffer nimmt an, daß sie im Bereich eines seinerzeit bestandenen Stausees durch Anätzung unter Wasser, unterstützt durch aufsteigende Verwesungsgase entstanden sind.

In den tieferen Teilen des Seebeckens des Gosausees ändert sich das Erscheinungsbild.

Unterhalb 25 bis 30 Meter verschwinden die Röhren. Die scharfen Grate und Schneiden zwischen den tiefeingesenkten Röhren verflachen und die Zwischenwände werden immer dünner, so daß die Röhren sich schließlich vereinen und zu flachen Näpfen verschmelzen. Die lösende Wirkung beschränkt sich nicht auf das Röhrenende, sondern verbreitet sich allseits. Die Felswände sind flächenhaft verätzt und von flachen Lösungsgruben bedeckt. Im Riffkalk treten die Korallenstämmchen körperlich hervor und bieten ähnliche Bilder, wie sie von den Kalkanwitterungen auf den Hochflächen des Dachsteins bekannt sind (Zone der flächenhaften Anätzung, Bild 5).

Entlang von Rissen und Klüften greifen in diesen Tiefenzonen die Lösungsvorgänge tief in den Felskörper ein. Entlang von Zerrüttungsstreifen vervielfacht und steigert sich die Wirkung. Der Felsverband hat sich durch diese Kluftverätzungen gelockert und es sind durch Abbrüche tiefe Nischenhöhlen entstanden.

An der Ebenkogelwand haben sich Ablösungen und Abstürze ganz gewaltiger Felsmassen seit der Zeit der Seabsenkung immer wieder ereignet, die mit diesen Tiefenverätzungen zusammenhängen.

Bei einer Bootfahrt entlang dieses Felshanges löste sich schon bei einer leichten Berührung ein großer Block und versank knapp neben der Bordwand in die Tiefe.

Auch im Bereich der Blockhalden war in den tieferen Zonen das Verschwinden der Röhren zu beobachten. Die Gerölle nehmen hier die Form von kantenrunden Lösungsrestkörpern an, wie man sie in den Rohhumusböden der alpinen Hochkarste findet.

Es lassen sich demnach Beziehungen zwischen den Lösungs- und Anätzungsformen und der Seetiefe erkennen und bestimmte Formgruppen und Tiefenstufen unterscheiden.

Die Pocken, Rillen und Furchen sind auf die Strandzone und auf die obersten Seetiefen beschränkt. Am auffallendsten ist die Erscheinung der Röhrenverätzung. Die Bestausbildung der Tiefhöhlen liegt annähernd

in oder etwas unter jener Zone, die in der Seenkunde als sogenannte „Sprungschicht“ im Wärme- und Stoffhaushalt des Wasserkörpers eine besondere Rolle spielt.

Leider fehlen vom Vorderen Gosausee jedwede Daten über den Chemismus und über den Wärme- und Stoffhaushalt des Wasserkörpers. In den Jahren 1932 bis 1935, da von Prof. Dr. F. R u t t n e r (Lunz am See) in einer ganzen Reihe von Seen des Salzkammergutes planmäßige limnologische Untersuchungen vorgenommen wurden, war die winterliche Entleerung des Sees und der Speicherbetrieb schon einige Zeit in Gang, so daß eine Untersuchung damals ganz gestörte Verhältnisse ange troffen hätte.

So ist man bei Überlegungen bezüglich einer Beziehung zwischen den Tiefenstufen der Ätzformen und den chemisch-physikalischen Verhältnissen des Seewassers auf allgemeine Gesichtspunkte und auf den Vergleich mit ähnlichen Alpenseen angewiesen.

Die Tatsache, daß mit der Seetiefe durch Zunahme des Drucks und Abnahme der Temperatur die CO_2 - bzw. H_2CO_3 -Konzentration ansteigt, bedingt die erhöhte Lösungseinwirkung auf den Kalkstein. Mit der Anreicherung von Schwemmtorf und von verwesenden Pflanzenresten ist zweifellos eine Abnahme des freien Sauerstoffs und eine gesteigerte Erzeugung von Humusstoffen und von CO_2 verknüpft.

Man könnte sich vorstellen, daß die Röhrenbildung dadurch begünstigt wird, daß sich Schwemmtorf in einer kleinen Vertiefung ansammelt und nun sich der Torffropf förmlich in das Gestein hineinätzt. Es bilden sich aber Röhren auch auf der Unterseite der Felskörper.

Für die Formgebung und für die regelmäßige Verteilung und Anordnung der Einzelformen ist, wie bei allen Wechselwirkungen an Grenzflächen, jedenfalls die allgemeine Rhythmik des Geschehens maßgebend.

„Die rhythmische Differenzierung“ — schreibt H. Kaufmann¹⁰⁾ — „vollzieht sich relativ unabhängig von äußeren Faktoren, die hierbei zutage tretende Formenbildung gehorcht besonderen eigenen Gesetzen. Erste Vorbedingung ist zunächst eine gewisse Langsamkeit und Stetigkeit des Geschehens. Die Selbstdifferenzierung ist ein S u m m a t i o n s e f f e k t. Je schneller der Vorgang sich vollzieht, umso kleiner und dichter gedrängt pflegen die Differenzierungsglieder des Systems zu sein.“

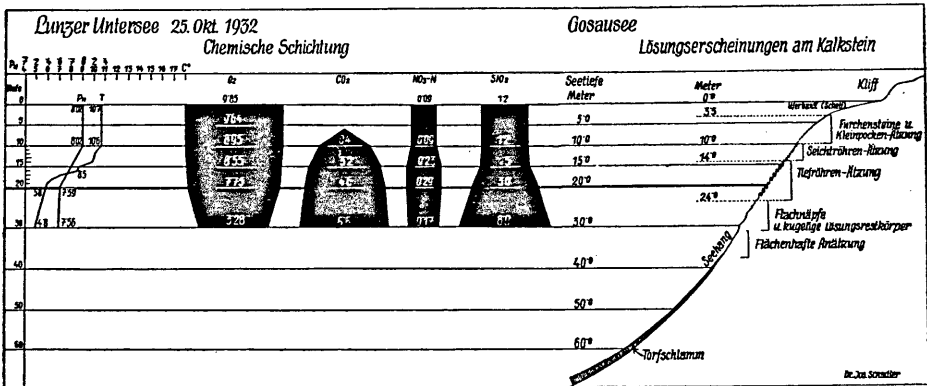
Unter den rasch wechselnden Bedingungen der Strandzone und der oberen Wasserschichten werden die Lösungsvorgänge immer wieder gestört und prägen sich daher in den Kleinformen der Pocken und Rillen ab.

Zur Röhrenbildung kommt es infolge der Abschwächung der störenden Einflüsse und infolge der gleichlaufenden Verstärkung der

Lösungswirkung der tieferen Wasserschichten, am günstigsten etwa in der Zone der Sprungschichte. Hier halten sich anscheinend die verschiedenen, teilweise gegensinnig wirksamen Vorgänge (chemische Einwirkungen, Wasserbewegungen, Wärmeschwankungen, Konvektionsströme) so das Gleichgewicht, daß es zur ungehinderten Idealausbildung von Lösungsformen kommen konnte.

In noch größeren Tiefen wird die rhythmische Differenzierung von der gesteigerten Lösungswirkung überwunden, es tritt eine allgemeine, flächenhafte Verätzung ein.

Unter den von F. Ruttner⁹⁾ untersuchten Seen weisen anscheinend der Lunzer Untersee (allerdings weniger tief und 300 m geringere Meereshöhe) und der Grundlsee (gleich tief, 200 m geringere Meereshöhe) ähnliche Verhältnisse auf. Um die Bedeutung der Sprungschichte zu zeigen, habe ich dem Anätzungprofil des Vorderen Gosausees das von F. Ruttner veröffentlichte Schichtungsbild des Lunzer Untersees gegenübergestellt. Es reicht dieses nur bis zu einer Tiefe von 30 Meter. Wie das ähnliche chemische Profil des Grundlsees zeigt, ändern sich die Verhältnisse in der weiteren Tiefe nicht mehr.



Die Darstellung der Tiefengliederung der Lösungserscheinungen des Kalksteins im Gosausee ist einem typischen chemischen Seeprofil (Lunzer Untersee nach Prof. F. Ruttner) an die Seite gestellt, um zu zeigen, daß die Bestandsbildung der Röhrenätzung etwa im Bereich der Sprungschichte liegt.

Diese verschiedenen Anätzungserscheinungen sind im Umkreis der Seewannen nicht durchaus gleich gut ausgebildet. Teilweise fehlen sie vollständig.

Am besten entwickelt sind sie auf den Felshängen des Lärchkogels und auf dem anschließenden Felsblockwerk der Sonntagweid sowie vor allem auf der Großblockhalde unterhalb der Seegatterlwand. Sehr gut

ausgebildet sind die Röhren weiter auf den Felshängen des Ebenkogels und auf einzelnen Blöcken unterhalb der Klausalm im Winkel zum Klaussunk. Im Bereich der Burghagen-Schutthalde sind die Röhrenanätzungen noch durchaus vorhanden, erscheinen aber etwas abgeschwächt; noch undeutlicher auf dem Schotterkegel des Bärenfels. Im Gebiet des Mündungskegels des Lackenbachs sowie auf den jungen Schutthalden und Lawinenblöcken unterhalb der großen Reide und der Klausalm fehlen die Erscheinungen vollständig.

Zur Bestausbildung ist es demnach in jenen Teilen der Seewanne gekommen, die seit dem Aufstau kurz nach dem Ende der Würmeiszeit im Daun-Stadium unverändert erhalten geblieben sind und vor späterer Schuttüberrollung und Geschiebeüberschüttung verschont geblieben sind. Es war dies z. B. bei den Blockhalden im Schutz der Seegatterlwand und der Felshänge des Lärch- und Ebenkogel der Fall. Für die Vollausbildung der Lösungsformen stand demnach eine Zeitspanne von etwa 8000 Jahren zur Verfügung. Nur bei einer so langen Einwirkungsdauer konnten sich die Bestformen entwickeln. Es läßt sich eine Altersreihe der Formen aufstellen, die mit der zeitlichen Reihung und Altersfolge der verschiedenen Schutthalden und Schwemmkegel, wie sie aus geologischen Gründen vorzunehmen ist, gut übereinstimmt.

Wie bei allen Verwitterungserscheinungen läßt sich aus dem Grad der Veränderung auf die Dauer der Einwirkung schließen. Der Ausbildungsgrad, ob gut oder schlecht, ausgereift oder noch unvollkommen entwickelt, läßt sich jedenfalls von der Ausbildungsart unterscheiden, ob im Seicht- oder Tiefenwasser entstanden, ob Pocken- oder Röhrenformen. Der ortsbedingten Formenreihe ist eine zeitbedingte Altersreihe an die Seite zu stellen.

Im einzelnen werden die Formenbilder nicht immer scharf zu trennen sein. Die Erscheinungen überdecken und überschneiden sich. Eine Verwischung ist besonders im Bereich der beweglichen Schutthalden als Auswirkung der Spiegelschwankungen zu erwarten.

Angefügt sei noch die Beobachtung, daß ein Hirschgeweih, das in mittlerer Tiefe auf der Schutthalde der Seegatterlwand lag, sehr starke löcherige Anätzungen zeigte. Es wurden im übrigen am Seeboden sonst keine tierischen Überreste gefunden.

Auswirkungen der Seeabsenkung und des Speicherbetriebes

Die winterliche Absenkung von 60 Meter, die einer fast völligen Entleerung gleichkommt, und die sommerliche Auffüllung vollzieht sich nun regelmäßig seit 30 Jahren, nur im Sommer 1947 unterblieb die sommerliche Auffüllung.

Rutschungen. Infolge des Wegfalles des Gegendruckes und des Auftriebes des Seewassers und infolge der Absenkung und des Ausströmens des Grundwassers kann die Standfestigkeit der Seeablagerungen soweit vermindert werden, daß es zu Setzungen und Bodenbewegungen, aber auch zu Großrutschungen kommt, wie dies ja aus zahlreichen Beispielen von Seeabsenkungen bekannt ist.

Die Seehänge bestehen in beträchtlichem Umfang aus Fels und Felsblockwerk und im übrigen vorwiegend aus sperrigem Grob- bis Mittelschutt und aus Wildbachgeschiebe. Sie haben sich bei den regelmäßigen Tiefabsenkungen als verhältnismäßig standsicher und unangreifbar erwiesen.

Eine Ausnahme bilden einige Felsüberhänge, die so stark angeätzt und aufgelockert sind, daß es zu größeren und kleineren Felsablösungen und Felsstürzen gekommen ist.

Im Bereich der Schutthalden und Schotterkegel haben sich, abgesehen von kleinen Sackungen und einzelnen Blockabrollungen, keine größeren Bodenbewegungen oder Rutschungen gezeigt. Hingegen wurden im Bereich der tonigen Grundmoränen und der See- und Bändertone sowie auch der Schwemmtorfe durch die Spiegelschwankungen ganz beträchtliche Rutschungen ausgelöst.

Entlang der 500 Meter langen, mit Grundmoränen bedeckten See-*flanke* der *S o n n t a g w e i d* reiht sich Rutschung an Rutschung. Ausgelöst wurden die Hangbewegungen vielfach durch eingelagerte und nahe dem Seeboden reichlich und etwas mächtiger vorkommende Bändertone (Seekreide). Die Abrißränder reichen teilweise bis zum Uferweg, meist setzen sie etwas tiefer am alten Uferrand an. Der Hang ist sehr steil bis 40 Grad gebösch, so daß ein Abschälen und Abgleiten des Grundmoränenbelages verständlich erscheint.

Es wurde schon erwähnt, daß im Bereich der *E b e n k o g e l*- und *K l a u s k o g l w a n d* auf Stufen und Verflachungen der steilen Fels-*hänge* angelagerte Moränenreste größtenteils als Folge des Absenkungsbetriebes abgeglitten sind und hiedurch der blanke Fels mit seinen prächtigen Gletscherschliffen freigelegt wurde. Der Grundmoränenteppich bildet eine Dichtungshaut, und es trägt zweifellos deren Abräumung und die Felsentblößung und Freilegung der Klüfte und alter Wasserwege zur Steigerung der Durchlässigkeit der rechten Felsflanke und Erhöhung der bekannten Wasserverluste bei.

Eine bedeutende *Seehangrutschung* ereignete sich am 16. Februar 1928 nächst dem Umlaufstollen oder Entlastungstollen am Fuß des Staudammes. Gemäß einem Bericht von *J. Stini*¹¹⁾ waren in einer Breite von 60 Meter Moränenmassen von etwa 10.000 m³, überwiegend aus dichtem Feinmaterial mit Blöcken bestehend, als Folge der

in diesem Jahr erstmals durchgeführten tiefen Spiegelabsenkung unmittelbar nach einem heftigen Regen abgeglitten. Die Moräne bildet dort den Dammfuß.

Auch in der Schwemmtorfschichte kann es zu Rutschungen kommen. Ein ganz umfangreicher Abriß erfolgte zur Zeit der tiefsten Absenkung im Frühsommer 1947 am unteren Ende des Sees im sogenannten Klaussunk. Der an dieser Stelle besonders mächtige, schätzungsweise 3 bis 4 m dicke Schwemmtorf glitt auf der Grundmoräne und auf den begleitenden Seetonen ab. Quellaustritte entlang der Grenz- und Gleitschichte bewiesen, daß durch Wasseranstauungen im Schwemmtorf infolge der Absenkung des Seespiegels die Bewegung ausgelöst worden war. Die Rutschmasse hatte sich als flacher Kuchen weit in den ebenen Seeboden vorgeschoben.

Am oberen Ende des Sees zeigen sich im Mündungsschwemmkegel am Seeort trichterförmige Einsenkungen von einigen Metern Durchmesser, die vermutlich auf Sackungen im Schotterkörper, möglicherweise auch auf Zusammenpressung von Torfschlamm zurückzuführen sind.

Wellenschlag und Ufersäume. Es wurde erwähnt, daß im Umkreis des Sees an den Schutt- und Schotterufeln eine deutliche Uferbank in der Höhe des früheren natürlichen Seespiegels ausgebildet ist. Sie wurde im Jahre 1911 beim Kraftwerkbau überstaut. Im eingestauten Uferstreifen wurde der Mutterboden zerstört und abgespült; einzelne freigelegte Wurzelstöcke haben sich erhalten. Durch den Wellenschlag begann sich in der Höhe des Stauzieles eine neue, schmale Uferbank auszubilden. Längere Zeit wurde der sommerliche Seestand etwa in halber Höhe zwischen dem natürlichen Seespiegel und dem Stauziel gehalten und es zeichnet sich auch in dieser Höhe als Auswirkung des Wellenschlages ein Ufersaum mit schmalen Schelf und niederem Kliff ab. Der nicht mehr überstaute Ufersaum begann sich seither wieder zu begrünen.

Seit der Tiefabsenkung und dem Speicherbetrieb wirkt nun der Wellenschlag auch auf die tieferen, rolligen, im allgemeinen empfindlich gelagerten Schutt- und Schotterhänge ein.

Durch den Sog der Brandung wird das Feingut ausgespült, beim Anprall der Wellen werden auch größere Geschiebe und Schuttstücke gelockert und zum Abrollen gebracht. Die so entstehende Uferbank hat meist eine Breite von 20 bis 50 cm. Auf ihr bleibt der ausgespülte Sand liegen und sammelt sich das pflanzliche Triftgut des Sees an. Die Seehalde erhält eine Feinreppung und eine Gliederung in helle und dunkle Streifen. Das Aussehen wechselt ständig. Je nach den Spiegelhaltungen des Sees und der Dauer und Stärke des Wellenganges bilden sich Ufersäume und Brandungstreifen aus und werden wieder zerstört und umgelagert (Bild 2).

Das Seebecken ist im allgemeinen windgeschützt und es wird diese günstige Lage durch die Tiefabsenkung noch verbessert. Der ständige Wechsel der Seestände verkürzt die Einwirkungszeit der Brandung. Durch die winterliche Eisbildung ist die Windeinwirkung abgewehrt, so daß die Gesamtwirkung des Wellenschlages an den Halden des entleerten Sees eine verhältnismäßig geringfügige ist.

Schuttkegelanrisse. Im allgemeinen erweisen sich die im Mittel mit 30 Grad geböschten Schutthalden und Schotterkegel der Seewanne bei der Absenkung als gut standfest. Anzeichen größerer Verschiebungen oder Rutschungen sind nirgends zu beobachten. Gelegentlich mag ein größerer Block durch den Wellenschlag unterspült und zum Abrollen gebracht werden. Hingegen zeigen die frei über die Lockermassen abfließenden Oberflächenwässer sehr kräftige Wirkungen. Sie sind im wesentlichen auf den Lackenbach beschränkt und auch hier erst im Sommer 1947 so richtig zur Entfaltung gekommen.

Der Wasserhaushalt vollzieht sich in der verkarsteten Umgebung des Sees vorwiegend untertägig. Die Niederschlagswässer und Kleingerinne versickern in den sehr gut durchlässigen Schutthalden und Schotterkegeln; außerdem fällt die Absenkungszeit in den Winter, so daß die Seehalden trotz der Absenkung ihr einförmiges, ungegliedertes Aussehen im wesentlichen bewahren konnten. Nur der **B ä r e n b a c h** fließt zeitweise oberirdisch und hat daher eine tiefe Rinne im Schotterkegel aufgerissen, vermutlich im wesentlichen auch erst während des Jahres 1947.

Sicher war dies beim **L a c k e n b a c h** der Fall; denn es konnte während der Sommermonate dieses Jahres der rasche Fortschritt der Eintiefung und des Abtrages laufend beobachtet werden. Es ist mir der frühere Zustand nicht aus eigener Anschauung bekannt; es wurde mir jedoch berichtet, daß der Einriß, den der als Quelle über einer Felsbank im Schwemmkegel entspringende Bach in den früheren Jahren ausgeräumt hatte, sehr bescheidene Abmessungen hatte, bedingt durch die geringe Quellschüttung in den Wintermonaten. Im Juni 1947 hatte die Einrißschlucht eine Tiefe von 18 m, begrenzt von senkrechten, auffallend standfesten Schotterwänden. Der angeschwollene Bach schürfte am Fuß der Steilhänge und brachte diese zum Einsturz. Eine Cannon-Landschaft mit bizarren Einzelformen war entstanden, die im Laufe des Sommers 1947 ständig ihr Aussehen änderte. Ein späterer Besuch zeigte die Felsflanke in breiter Front entblößt. Die im Juni noch einheitliche, enge Schlucht war verschwunden und in ein Netzwerk von kleinen Tälern mit einzelnen aufragenden Pfeilern zerlegt.

In lebhaftem Geriesel frachtete der Bach ständig den Schotter ab und baute am Ufer des abgesenkten Sees einen ganz flachen Schwemmkegel auf.

Torfschlammaufpressungen. Im unteren Teil dieses Umlagerungsschotterkegels war im Juni 1947 eine einzigartige Erscheinung zu beobachten. Die umgelagerten Schotter überschütteten hier den flachen Seeboden, der nach Vergleich mit den Nachbargebieten mit einer 1 bis 2 m mächtigen Torfschlammsschichte bedeckt war. In der linken äußeren Randzone war nun der überschüttete Torfschlamm durch die durchaus feste und begehbare Schotterschichte an mehreren Stellen durchgebrochen. Wie aus einer Tube herausgepreßt, wölbten sich die regelmäßig kugelig eiförmigen kleineren und größeren Torfmassen empor.

Die bedeutendste dieser Torfschlammaufpressungen hatte einen Durchmesser von 10 Meter. Die schwarze breiige Masse erhob sich bis zu 2 m über die Schotterfläche. Die Oberfläche zeigte sich durch Austrocknung rissig, während am seeseitigen Rand humoses, braunes Wasser ausquoll. Der Schlamm begann sich hier mit einem feinen Hauch von Grünalgen zu belegen.

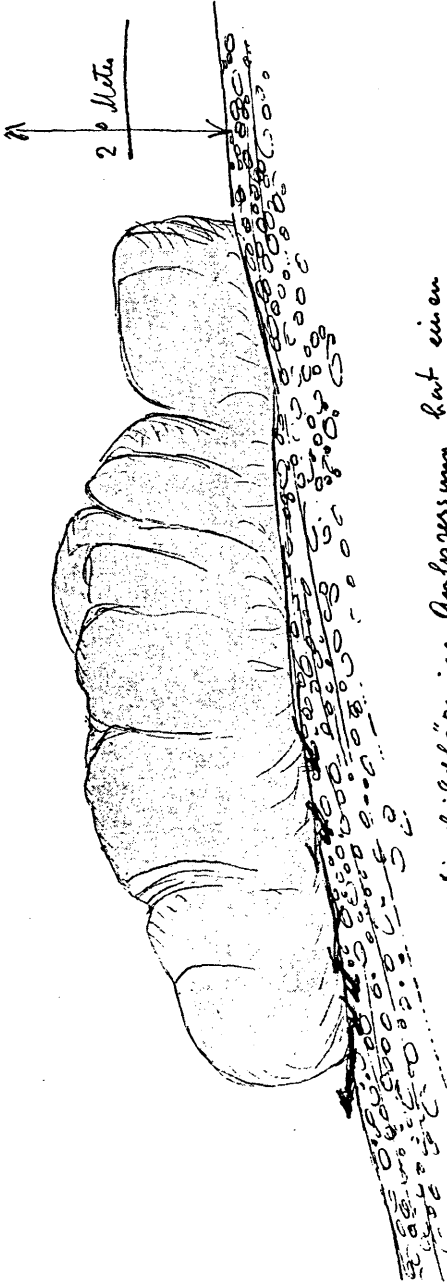
Die Aufschüttung der Schotterschichte erfolgte sehr rasch, vermutlich innerhalb einiger Wochen, möglicherweise sogar weniger Tage. Die Mächtigkeit ist unbekannt, nahm während der Beobachtungstage im Juni noch ständig zu. Im Umkreis der Aufpressungen betrug sie schätzungsweise 1 bis 2 Meter. In der linken Randzone keilten die Schotter über der Torfschichte aus und streckten sich Schotterzungen vor, die nicht begehrbar waren.

Die Aufpressungen erfolgten jedenfalls an Stellen etwas dünnerer Aufschüttung als Auswirkung der zunehmenden, raschen Belastung, möglicherweise unterstützt durch eine Erhöhung des Wasserdrucks als Folge einer geringfügigen Spiegelhebung des Restsees.

Zum Abschluß seien noch einige Beobachtungen über Aufschmelzungs- und Zerfallserscheinungen der winterlichen Eisdecke angefügt.

Im Frühjahr 1948 zeigten sich zur Zeit der tiefsten Absenkung kurz vor dem Auftauen eigenartige Zerfalls- und Aufschmelzerscheinungen der Eisdecke. In der nächsten Umgebung der Schwimmpumpe war die Seefläche eisfrei. In einem Umkreis von 150 bis 200 Meter waren in annähernd regelmäßiger Verteilung Löcher in der Eisdecke wahrzunehmen, die von einem vier-, meistens sechsstrahligen Kranz von Sprüngen umgeben waren. Sichtbar wurden die Klüfte dadurch, daß entlang von ihnen und hauptsächlich von ihrem Mittel- und Verschneidungspunkt ausgehend das Wasser aufquoll und das Aufschmelzen und der Zerfall der Eisdecke seinen Ausgang nahm. Da die Klüftsterne nur im Umkreis der Schwimmpumpe auftraten, hängen sie zweifellos mit Spannungen

Aufpressung von Torfschlämmen im Schoßker Kegel des Lackenbacht



Die schiefelförmige Aufpressung hat einen
Durchmesser von 5 bis 10 Metern und eine
Höhe von 1,5 bis 2 Metern.
Die Buckeloberfläche ist durch Austrocknung geborsten
Am unteren Ende des Wulstes quillt Wasser hervor

Stich

und Spannungsauslösungen in der Eisdecke zusammen, die infolge der Spiegelschwankungen des Sees entstehen.

Ich konnte ähnliche Erscheinungen Anfang März 1950 am Grundlsee beobachten. Nach einer Wärmewelle mit starken Regenfällen war der See angestiegen und hatte sich die Eisdecke vom Ufer abgehoben. In einem Abstand von 30 bis 50 Meter zeigten sich in der Eisdecke Löcher, die gleich wie am Gosausee von einem strahlenförmigen Spaltenkranz umgeben waren.

Einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. E. Hehenwarters zufolge zeigen sich ähnliche Erscheinungen alljährlich am gefrorenen Ranna-Stausee. Sie hängen nach seiner Meinung auch dort mit Spannungsauslösungen in der Eisdecke infolge der Spiegelschwankungen des Speicherbetriebes zusammen.

Vermutlich handelt es sich auch bei den „Dampflöchern mit sternförmigem Grundriß“, die G. Götzinger¹²⁾ vom gefrorenen Lunzer Untersee beschrieben hat, wenigstens teilweise um gleichartige Bildungen. G. Götzinger hält diese zum Teil für Kreuzungsstellen von Spalten, an denen Seewasser aufdringt, spricht aber auch von der Möglichkeit, daß durch Wellengang zerbrochene Eisschollen bei neuem Frost randlich aufgebogen wurden und beim Auftauen dann die Schmelzwassergerinne in der Mitte der Schollen strahlig zusammenfließen.

Zusammenfassung und Ausklang.

Im Sommer 1947 bot sich eine günstige Gelegenheit, den Boden des 60 m tief abgesenkten, also fast völlig entleerten Vorderen Gosausees zu untersuchen.

Die Talfurche der 3 Gosauseen ist im Gebirgsbau entlang der Reißgang-Zwieselalm-Störung angelegt. Sie wurde durch den eiszeitlichen Gletscherschurf als Trogtal geformt. Der Aufstau des Sees erfolgte durch einen natürlichen Damm, an dessen Aufbau außer der Endmoräne des Daun-Stadiums auch Schuttkegel- und Bergsturmassen beteiligt sind.

Während die rechte Seeflanke felsig ausgebildet und von Grundmoräne überkleidet ist, besteht die linke Seehalde einheitlich aus Gehängeschutt. Die Gestalt der Seewanne bestimmen im übrigen die Mündungsschwemmkegel des Lackenbachs am oberen Ende des Sees und der wohlgeformte Schotterkegel des Bärenales in der Seemitte.

Der verhältnismäßig flach verlaufende Boden der Seewanne ist von einer mehrere Meter mächtigen Schwemmtorf-Schicht bedeckt, mit viel Senkholz, darunter einer Anzahl aufrechtstehender Bäume, nach Art eines „versunkenen Waldes“.

Sowohl die Felshänge wie die Blöcke und Schuttmassen bestehen einheitlich aus Dachsteinkalk und unterliegen einer kräftigen Anätzung

und Auflösung durch das Seewasser. Die Ätz- und Lösungsformen sind mannigfach ausgebildet¹³⁾. Kleine Pocken und Rillen nach Art der Furchensteine sind auf die Seichtwasserzone beschränkt; sie gehen mit zunehmender Wassertiefe in Röhrenformen über, deren Bestausbildung annähernd mit der Sprungschichte zusammenzufallen scheint. In noch größerer Tiefe überwiegen flach-napfförmige Lösungsformen und flächenhafte Anätzungen. Neben dieser Tiefenstufenreihe ist auch noch eine Altersreihe der Lösungsformen zu unterscheiden. Am ausgeprägtesten und am weitesten fortgeschritten sind die Anätzungen im Bereich der Felshänge der Blockhalden, und etwas abgeschwächt im Bereich der Burghagenschutthalde, die am längsten, im wesentlichen seit dem Aufstau des Sees im Daun-Stadium, den Angriffen des Seewassers ausgesetzt war, während sie im Bereich der jungen Bachschotterkegel fehlen.

Die Auswirkungen der Tiefabsenkung und des Speicherbetriebs zeigten sich im Bereich der Grundmoränen und Bändertone (Seekreide) wie auch des Schwemmtorfes in der Form von Hangrutschungen, während sich die sperrigen und rolligen Schutthalden und Schotter Schwemmkegel als gut standfest erwiesen haben.

Der Wellenschlag äußerte sich in der Ausbildung von schmalen schelfartigen Ufersäumen und in einer Treppung der lockeren Seehalden.

Sehr kräftig wirkte sich die Schurftätigkeit der Zubringerbäche, vor allem des Lackenbachs, in den Schotterkegeln aus. Wo durch den umgelagerten Schotter die Schwemmtorfschichte überdeckt wurde, zeigten sich eigenartige Schwemmtorfaufpressungen.

Als Speicherraum bietet der Vordere Gosausee im allgemeinen günstige Verhältnisse dar. Durch die fast durchaus gute Standfestigkeit der Seehalden sind Hangrutschungen und Bodenbewegungen im Bereich der Seeablagerungen sehr beschränkt möglich und im wesentlichen abgeklungen, daher technisch belanglos. Als Vorteil ist es zu werten, daß eine Verminderung des Speicherinhaltes durch Verlandung nicht zu erwarten ist und vor allem Sinkstoffe und Schlammablagerungen völlig fehlen, die sonst in Flußstauseen so große Sorge bereiten.

Hingegen ist die Lage in einem Karstgebiet ungünstig. Der Abtrag der undurchlässigen Moränendecke und die Löslichkeit des Kalksteins und die Anätzungen durch das Seewasser vermindern die Wasserdichtheit des Staubeckens. Es ist diesen Wasserverlusten technisch kaum zu begegnen. In dieser Hinsicht ist das Fehlen der Zufuhr von dichtenden Sinkstoffen ein Nachteil.

Einleitend wurde bemerkt, daß von Freunden der Heimat und Verteidigern ihrer Schönheit die Kraftwerksnutzung gerade des Vorderen Gosausees sehr bedauert wird. Neben der Einsicht der volkswirtschaft-

lichen Notwendigkeit der Kraftgewinnung und auch des Speicherbetriebes nimmt aber auch die Würdigung und Anerkennung des hohen Wertes unberührter und ungestörter Landschaftsräume allgemein zu.

Die Bestrebungen, in diesem Sinne dem Vorderen Gosausee durch technische Fortschritte seine Schönheit wieder zu geben und weiterhin zu bewahren, haben sich durch den Ersatz der Schwimmpumpe und durch die Ufergestaltung in letzter Zeit schon erfolgreich gezeigt. Die Beschränkung der Seeabsenkung auf die Wintermonate, in denen Schnee und Eis die Seehänge und den Restsee bedecken, mildern die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Die Verwirklichung des Planes eines Pumpspeicherbetriebes aus dem Hallstätter See würde eine auch landschaftlich jederzeit befriedigende Spiegelhaltung des Sees gewährleisten.

Schrifttum.

- 1) Spengler E. und Mitarbeiter, Erläuterungen zur geologischen Karte der Dachsteingruppe. Wissensch. Alpenvereinshefte, H. 15 (1954).
- 2) Ampferer O., Gutachten OKA (1920).
- 3) Penck A. u. Brückner E., Die Alpen im Eiszeitalter (1909).
- 4) Asboth K., Gutachten OKA (1949).
- 5) Götzinger G., Die Sedimentierung der Lunzer Seen. V. geol. B. A. (1911), S. 173.
- 6) Wasmund E., Lakustrische Unterwasserböden. J. Bland G., Handbuch der Bodenlehre, Bd. V (1930), S. 97.
- 7) Simony F., Über See-Erosionen in Ufergesteinen. Sitz Ak. Wiss. Wien, Wien 63 (1871), S. 195.
- 8) Forel F. A., Le Léman (1901).
- 9) Ruttner F., Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 32 (1937), S. 167.
- 10) Kaufmann-Hennig, Rhythmische Phänomene der Erdoberfläche (1929), S. 252.
- 11) Stini J., Gutachten OKA (1928).
- 12) Götzinger G., Studien über das Eis des Lunzer Unter- und Obersees. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 2 (1909), S. 386.
- 13) Schaffer F. X., Über röhrenförmige Lösungserscheinungen im Kalke bei Amt-Mitterbach bei St. Ägyd am Neuwald, NÖ. Geolog. Rundschau, Bd. 23 (1932), S. 276.