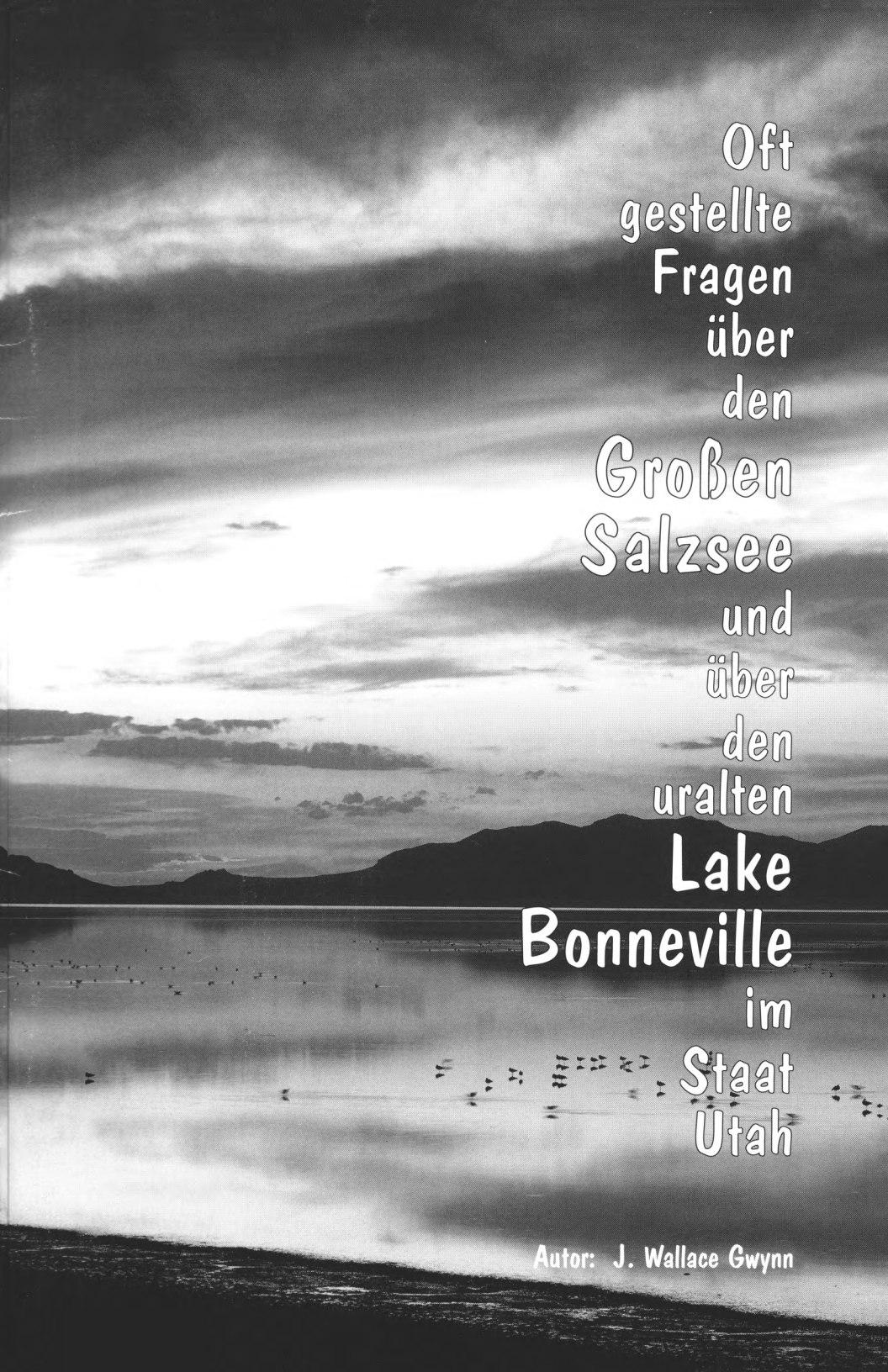


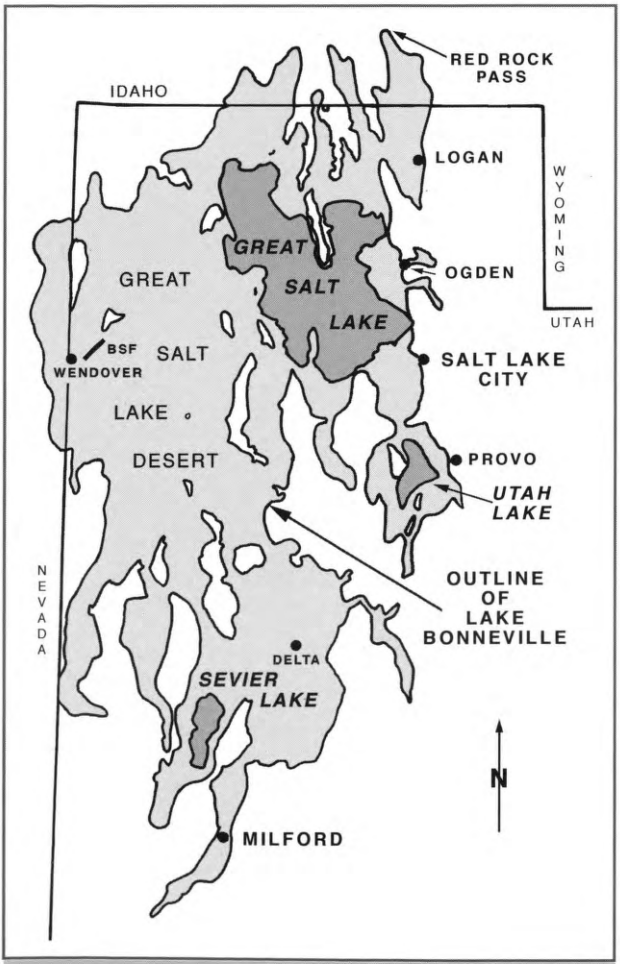
Oft gestellte Fragen über den Großen Salzsee und über den uralten Lake Bonneville im Staat Utah

Autor: J. Wallace Gwynn

LAKE BONNEVILLE

WO LAG ER EINST? WIE GROß WAR SEINE FLÄCHE? IN WELCHEM ZEITALTER EXISTIERTE DIESER SEE?

In der Zeit zwischen etwa 32000 und 14000 v.u.Z. existierte 'Lake Bonneville' als riesiger See und lag in der tiefsten, eingekesselten Landsenke am östlichen Ende des Great Basin. Seine äußersten Randflächenmaße betrugen circa 51798 km² (ungefähr 20000 Quadratmeilen); er umfaßte den westlichen Teil Utahs und kleinere Landstriche in Ost-Nevada sowie in Süd-Idaho.



Umriß des uralten Bonneville-Sees und hiermit verbundene Hauptpunkte. (BSF = Bonneville Salt Flats).

WELCHE AUSMAßE HATTE 'LAKE BONNEVILLE'? WIE SAH ER DAMALS AUS?

In seinen größten Ausmaßen hatte der '*Lake Bonneville*' eine Länge von etwa 523 km (rund 325 Meilen), eine Breite von 217 km (135 Meilen) mit einer Tiefe von rund 305 m (über 1,000 ft.). Der See hatte viele Inseln im westlichen Teil von Utah. Sein Wasser wurde durch Regenfälle, Stromwasserzufuhr und Schneeschmelze der nahen Gletscher immer wieder süß aufgefrischt. In der '*Lake Bonneville*'-Epoche war das Klima feuchter und kälter als heute.

WANN BILDETEN SICH DIE LAKE BONNEVILLE - UFERTERRASSEN? WIE HOCH STAND DAS WASSER AN DEN BERGHÄNGEN?

Lake Bonneville markierte gleich drei Hauptuferlinien an den verschiedenen Berghängen, während der Große Salzsee nur eine einzige alte Uferlinie hinterließ. Die Provo- und Bonneville-Küstenlinien des 'Lake Bonneville' sind als terrassenförmige Markierungen an den Ausläufern des Gebirges in West-Utah zu erkennen. Die Stansbury-Küstenlinie des 'Lake Bonneville' und die Gilbert-Uferlinie des Großen Salzsees kann man weniger deutlich wahrnehmen, da sie sich tiefer im Tal befinden. Jede Uferterrasse wurde über eine längere Zeitspanne hinweg aufgebaut, in der sich der Wasserspiegel nicht viel veränderte. Die vier Hauptterrassen, ihre Höhenlage, sowie das Zeitalter ihrer Entwicklung sind in nachfolgender Tabelle angegeben:

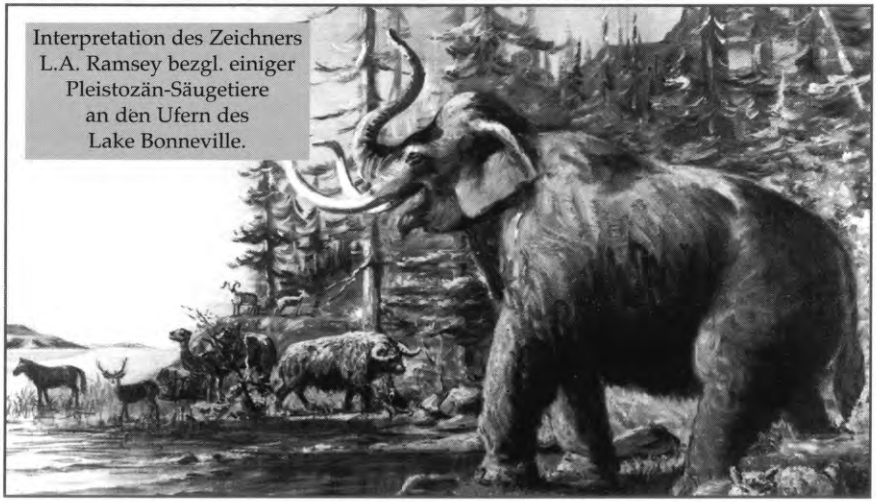
Wichtigste Uferlinien des 'Lake Bonneville' sowie die Uferlinie des Großen Salzsees:

Terrassen-Benennung:	*Höhenlage*** 'Antelope'-Insel:*	*Ungefähre Daten (v.u.Zeitrechnung):*
Gilbert*	1303 m (4,275 ft.)	12.800-11.600
Provo**	1474 m (4,840 ft.)	16.800-16.200
Bonneville**	1591 m (5,220 ft.)	18.000-16.800
Stansbury*	1355 m (4,445 ft.)	24.400-23.200

**Uferlinie - Großer Salzsee; **Uferlinie - Lake Bonneville; ***Meter (1 ft. = 30,48 cm) über dem Meeresspiegel*

WELCHE TIERARTEN LEBTEN IM GEWÄSSER DES LAKE BONNEVILLE UND ENTLANG SEINEN UFERN?

Im See gab es Fische; Amphibien, Wasservögel und andere Vogelarten fanden Zuflucht in seinen Sümpfen, während Bison, Pferde, Bären, Nagetiere, Rotwild, Kamele, gehörnte Schafe, Moschusochsen und Mammute in den Ufergebieten lebten. Nach Schätzung der Archäologen gelangte der Mensch vor rund 10000 Jahren in die Ufergebiete des Lake Bonneville.



Interpretation des Zeichners L.A. Ramsey bezgl. einiger Pleistozän-Säugetiere an den Ufern des Lake Bonneville.

WOHIN VERSCHWAND LAKE BONNEVILLE?

Lange Zeit war Lake Bonneville ein stehender Binnensee ohne jeglichen Abfluß mit einer Wasserabflußleiste von ca. 1551 m (5,090 ft.) ü.d.M., die am 'Red Rock'-Engpass, Idaho, gelegen war. Doch vor rund 16000 Jahren stieg der Wasserspiegel so stark an, daß der See bald über diesen hohen natürlichen Wall schwallte. Von nun ab entleerte sich 'Lake Bonneville' nach Norden hin in die Snake River-Abflußebene. Dieser Prozeß beschleunigte wiederum den Zerfall des natürlichen Damms, und somit kam es zu einer katastrophalen Überflutung des Landes. Forscher glauben heute, daß diese Überschwemmung vielleicht nur ein Jahr lang andauerte. Doch während dieser kurzen Frist schnitt das Wasser durch Fels und Boden, und die Dammhöhe wurde auf etwa 114 m (375 ft.) reduziert. Wieder stabilisierte sich der See und bildete in den nächsten 600 Jahren die sogenannte Provo-Uferlinie.



L.A. Ramsey's interpretation von der Entleerung des Lake Bonneville cúrch den Red Rock-Engpa vor ca. 16800 Jahren.

Seen

"Es wird behauptet, daß die Natur den höchsten Punkt ihrer romantischen Fähigkeiten erreichte, als sie Seen erschuf. Und um jeglichen Zweifel bezüglich ihrer Findigkeit zu unterbinden, erschuf sie sie in fast endloser Mannigfaltigkeit und verstreute sie bis ans Ende der Welt. Einige von ihnen fanden ihr Plätzchen in der Wüste, andere in gut gewässerten Niederungen. Nicht eine einzige Landschaft in der Welt blieb unberührt von ihrer Gegenwart. Ein See ist eins der schönsten Merkmale im erschaffenen Universum."

Frederick J. Pack

DER GROßE SALZSEE

WELCHEN URSPRUNG HAT DER GROßE SALZSEE?

Das Klima im Great Basin wurde nach der Lake Bonneville- Flut wärmer und trockner. Der Wasserverdunstungsgrad vom Lake Bonneville stieg stetig an, und der heutige Große Salzsee ist sein imposantes Überbleibsel, im tiefsten Punkt der Landsenke im Great Basin gelegen. Ausmaße, Konturen und Lage dieser Vertiefung wurden beeinflußt von Tal- und Gebirgsverwerfungen; Bodenabsackungen der Talsohle erlaubten eine Dicke der Sedimentierungschicht von 3658 m (12,000 ft.), die durch Stromzuflüsse auf dem Seeboden abgelagert wurde. Diese Naturvorgänge hielten den Wasserspiegel verhältnismäßig beständig. Andere Lake Bonneville-Überreste sind: Lake Utah und Lake Sevier; zu dieser Rubrik gehört auch die Große-Salzseewüste, in der sich die berühmten Bonneville Salt Flats (BSF) befinden.

WER ENTDECKTE DEN GROßEN SALZSEE?

Im Jahre 1776 erzählten Indianer den spanischen Missionaren Dominguez und Escalante vom Großen Salzsee; beide Spanier gelangten jedoch nie am See an. Erst Jim Bridger war es 1825 als dem ersten Weißen vergönnt, den Großen Salzsee zu erblicken. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, daß andere Pelztierjäger (z.B. Etienne Provost) Jim Bridger zuvorgekommen sind und an den Ufern des Großen Salzsees kampierten - doch hierüber liegen keine Beweise vor. John C. Fremont unternahm 1843 die erste wissenschaftliche Besichtigung des Sees sowie seiner umliegenden Gebiete. Kit Carson hatte sich damals dieser Forschungsreise angeschlossen, und noch heute kann der Besucher ein Kreuz sehen, das Kit Carson angeblich in einen Stein auf der 'Fremont Island'-Bergspitze eingemeißelt haben soll.

WARUM HAT DER SEE EINEN SO HOHEN SALZGEHALT?

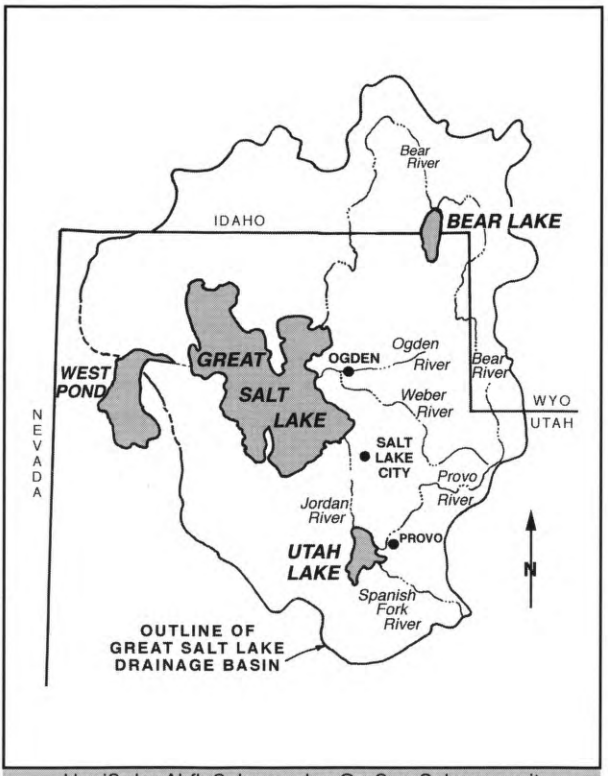
Das meiste Salz im Großen Salzsee befand sich schon im 'Lake Bonneville', obwohl er auch zu seiner Zeit viel Süßwasser enthielt. Das Salz verblieb während der Verdunstung in konzentrierter Menge im späteren Großen Salzsee; außerdem wird jedes Jahr durch Stromzuflüsse dort neues Salz abgelagert, das aus Stein und Boden gelaucht wird. Hierdurch werden jährlich ca. 2 Millionen Tonnen Salz in den See geschleust.

VON WOHER BEKOMMT DER GROßE SALZSEE SEIN WASSER? WOHIN FLIEßT ES AB?

Vier Hauptströme und viele kleinere Flüsse entleeren sich in den See (66%); auch erhält er direkten Niederschlag (31%) und Grundwasserzufuhr (3%).

Durchschnitt der alljährlichen Wasserzufuhr beträgt ca. 3.6 Million Kubikmeter (2.9 Mill. acre ft.). Die vier Hauptzuflüsse sind: *Bear River* vom

Norden; *Weber* und *Ogden Rivers* vom Osten; vom Süden her fließt der Jordan River in den See ein. Das Einzugsgebiet umfaßt ungefähr 55683 km^2 (rund 21,500 sq.miles). Der Große Salzsee ist ein stehendes Binnengewässer, das keinen Stromabfluß hat. Stärkster Verdunstungsdruck tritt in den heißen Sommermonaten auf; nur wenig Wasser verdunstet in der kalten Saison. Im Jahresdurchschnitt verdunsten ca. 3.6 Millionen km^3 (ca. 2.9 Millionen acre ft.). Wenn also 'Einfluß = Verdunstung' ist, bleibt der Wasserspiegel der gleiche; sollte jedoch die Wasserzufuhr niedriger bzw. höher liegen als die Evaporation, so fällt oder steigt auch der Wasserspiegel entsprechend.



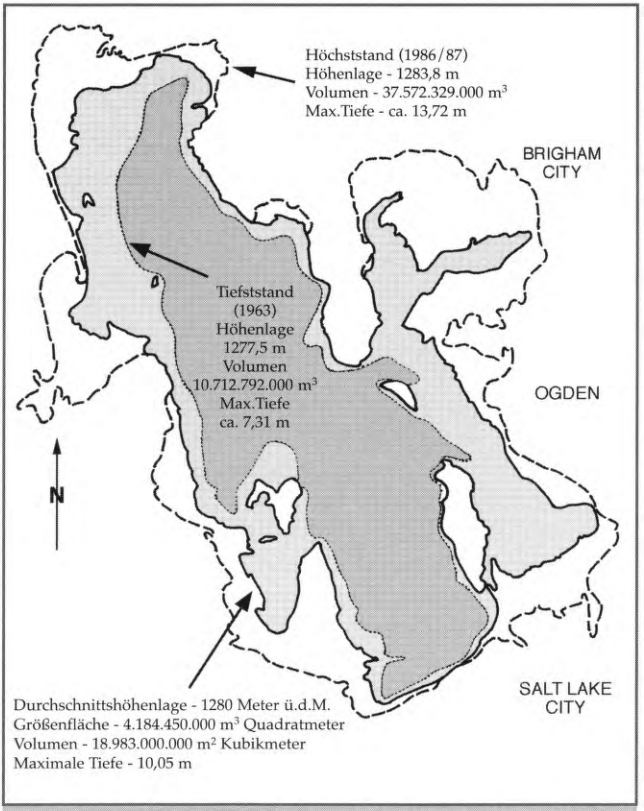
Umriß der Abflußebene des Großen Salzsees mit Hauptzuflüssen zum See sowie anderen wichtigen Gewässern.

WIE UMFANGREICH UND TIEF IST DER GROßE SALZSEE? AUS WELCHEM GRUND VERÄNDERT SICH SEIN UMFANG?

Bei einer Höhenlage von etwa 1280 m (4,200 ft.) hat der See Durchschnittsmaße von etwas über 120 km Länge (75 Meilen) und rund 56 km Breite (35 Meilen); er umfaßt ein Gebiet von ungefähr 4.184.450.000 Quadratmetern (1,034,000 acres). Seine maximale Tiefe beträgt rund 11 m (33 ft.).

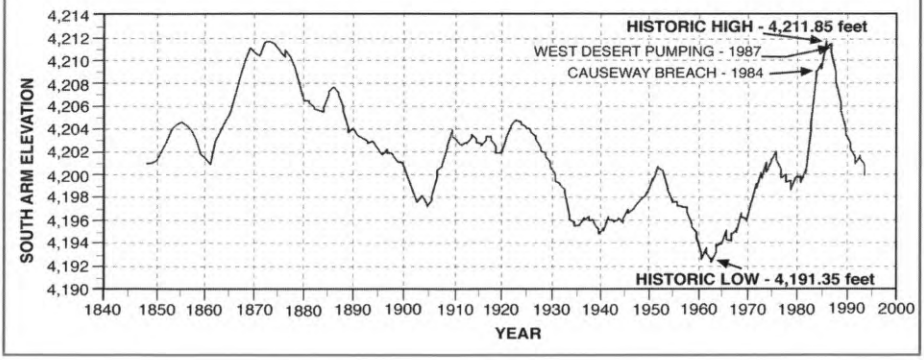
Verglichen mit anderen Seen in der Welt steht er mit seinen Ausmaßen als Binnensee an 33. Stelle und ist einer der größten Frischund Salzwasserinlandseen der Vereinigten Staaten - dem Rang nach gleich hinter den fünf Great Lakes (Lake Michigan; Lake Erie; Lake Huron; Lake Ontario; Lake Superior). Umfang und Tiefe variieren über lange Sicht und werden von den Niederschlägen der verschiedenen Jahreszeiten bestimmt; das Ausmaß der

Größenverschiebung ist dem Gleichgewicht zw. Gesamtzufluß & -abfluß unterworfen. Im Durchschnitt schwankt der Wasserspiegel jährlich zwischen 30 und 61 cm (zw. 1 und 2 ft/yr.) Sein höchster Wasserstand wird gewöhnlich zwischen Mai und Ende Juli erreicht (Schneeschmelze aus den nahen Bergen), während der niedrigste Punkt von Oktober bis Ende November vermerkt wird (Ende der heißen Sommermonate).



Flächenmaße, Höhenlage, Volumen & maximale Tiefe d.Großen Salzsees bei Höchst-, Durchschnitts- u. Tiefstand.

Historischer Wasseroberflächenhöhengrad (in Fuß ü.d.M.; Fuß = 0.3048 m) des Südarms (höchster Jahrespunkt) von 1847-1994 (laut provisorischem USGS-Wasserbericht).

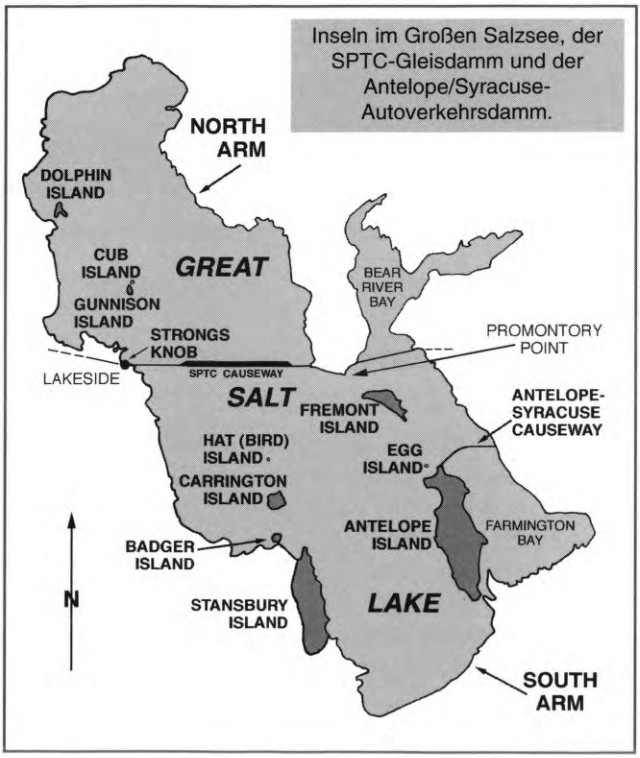


In der sogenannten historischen Zeit' (1847 bis heute) wurden Wasserspiegelschwankungen von mehr als 6 m (20 ft.) verzeichnet: (1) 1963 - Tiefststand von 1277,5 m (4,191.35 ft.); (2) 1986/87 Höchststand von 1283,8 m (4,211.85 ft.).

Gewöhnlich liegt der Seeoberflächenwert bei 1280 m über dem Meeresspiegel (4,200 ft.). Da jedoch der See relativ flach ist, verursachen selbst kleinere Wertschwankungen verhältnismäßig große Veränderungen im Umfangsgebiet. Vorhergehende Landkarte zeigt Höchst-, Durchschnitts- und Tiefststände des Großen Salzsees mit den hier zutreffenden Auskünften an.

WIE VIELE INSELN (UND WO) LIEGEN IM GROßEN SALZSEE? SIND SIE BEWOHNBAR?

Der See hat elf offizielle Inseln, obwohl ihre eigentliche Zahl etwas schwankt; es kommt nämlich darauf an, wie hoch der Wasserstand ist. Im südlichen Teil des Großen Salzsees liegen sieben Inseln, von denen die vier größten folgende Namen tragen: *Antelope Island; Stansbury Island; Fremont Island; Carrington Island. Die drei kleineren Inseln heißen: Badger Island; Hat (oder Bird) Island; Egg Island.* In der nördlichen Hälfte des Sees liegen vier kleine Inseln: *Dolphin Island; Gunnison Island; Cub Island; Strongs Knob Island.*



Inseln im Großen Salzsee, der SPTC-Gleisdamm und der Antelope/Syracuse-Autoverkehrsdamm.

Auf der Antelope-Insel besteht ohne zeitliche Unterbrechung seit der Pionierzeit ein Viehzuchthof, und sein Gebäude soll das älteste der weißen Einwanderer in Utah sein; es steht immer noch auf seinen ursprünglichen Grundmauern. Heute hat das Amt für 'Utah Division of Parks & Recreation' Eigentumsrechte auf dieses Ranchhaus, das während der Sommermonate zu



Luftaufnahme von der 'Antelope'-Insel, gesehem vom südlichen Ende.
Foto: Grant Willis.



'Antelope'-Insel mit 93.786.000 m2 (23,175 acres), von denen 8,094,000 m^2 (2,000 acres) als Antelope Island State Park designiert wurden. Foto: Grant Willis.

regelmäßigen Uhrzeiten allen Touristengruppen zur Besichtigung offensteht.

Zwischen 1884 und 1891 wurde auch Fremont Island bewohnt. In diesem Zusammenhang wären (Salt Lake City Distrikt-) Nachlaßrichter Herr Werner und seine Familie zu erwähnen.

Die Gunnison- und Carrington-Inseln waren auf kurze Zeit Heimstätten für Viehzüchter, denen es jedoch nicht gelang, erfolgreich zu wirtschaften.

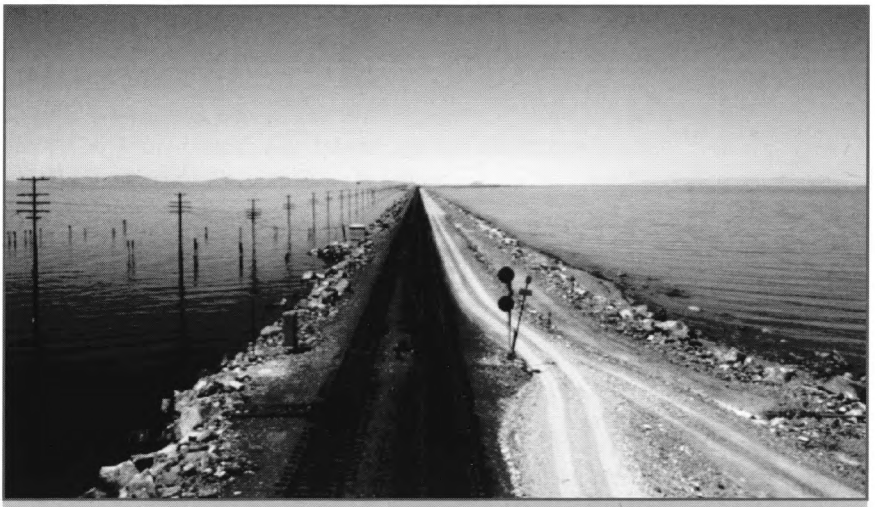
Utah übernahm 1980 Eigentumsrechte auf Antelope Island. Heute grasen dort große Bisonherden, die von der Behörde Utah Division of Parks & Recreation verwaltet werden. Gesamtgröße von Antelope Island beträgt unge-

fähr 93.786.000 m^2 (23,175 acres); davon wurden die nördlichen 8.094.000 m^2 (2,000 acres) als 'Antelope Island State Park' designiert, wo sich Antilopen, Rehe und viele andere Wildtiere aufhalten.

Der erhöhte Antelope/Syracuse-Damm ist die einzige öffentliche Verkehrsverbindung zwischen der Insel und dem Festland.

WANN WURDE DER EISENBAHNVIADUKT QUER DURCH DEN GROßEN SALZSEE GEBAUT? UND WARUM?

Der Große Salzsee ist durch das erhöhte Streckengleis der Southern Pacific Transportation Co. (SPTC) in zwei Sektionen aufgeteilt. Der nördliche Sektor, einschließlich der Promontory Mountain-Landzunge, wird als 'Nordarm' (north arm) bezeichnet, während folgerichtig der südlich des Streckengleises gelegene Teil der 'Südarm' (south arm) ist.



Mit Felsbrocken aufgetürmter, neuzeitlicher Gleisdamm, der ca. 457 m nördlich parallel zum alten Holzviadukt angelegt wurde. Blick nach Westen quer über den See nach Lakeview hin.

Eine Ausnahme bildete die Bear River-Bucht, die, obwohl nördlich des Damms gelegen, zum Südarm gehört. Das Südarmwasser fließt durch den Durchlaß in der erhöhten Gleisstrecke ca. 6,5 km (4 Meilen) östlich vom Promontory Point mit den Gewässern der Bear River-Bucht zusammen.

Die Eisenbahngesellschaft baute1903 einen Holzviadukt quer durch den Großen Salzsee, und diese offene Struktur erlaubte den Wassern des Süd- sowie Nordarms ungehinderten Durchfluß.

Um auf die Frage des 'Warum'? zu antworten: das Gleis wurde gelegt, um auf diese Art und Weise die vorherige Entfernung zum Nordende des Sees zu verkürzen; dadurch verringerte sich der Winkelbogen und die Reisezeit wurde abgeschnitten. Anfang der 1950er Jahre stiegen Unterhaltungskosten des



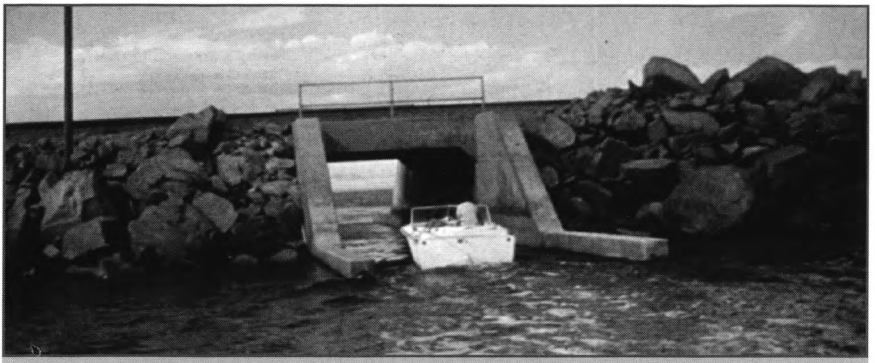
Blick auf den alten Holzviadukt, der den Großen Salzsee durchkreuzte - etwa 1903 erbaut. Seine Bergungsarbeiten begannen 1993; einige der riesigen Balken wurden in der Vorhalle des Department Of Natural Resources aufgestellt.

Holzviadukts zu hoch; außerdem wurde es jetzt sehr heikel, diese alte Struktur zu befahren - selbst unter normalen Umständen. Ein Plan lag daher vor, einen standfesten, dauerhaften Bau quer durch den See zu konstruieren. Um 1953 herum hatte sich die Firma SPTC entschieden, die hölzerne Eisenbahnstrecke durch einen mit großen Felsbrocken aufgetürmten Dammweg zu ersetzen, der etwa 457 m (1,500 ft.) nördlich parallel zum alten Viadukt laufen sollte. Der Bau wurde 1959 beendet. Gesamtkosten: ungefähr DM 200 Millionen ($50 Mill. in 1960-Dollars - mit einem damaligen Wechselkurs von 4:1). Trestlewood Division of Cannon Structures riß 1993 den alten Holzviadukt ab und barg sein Holz und seine Planken als verwertbares Altmaterial. Bergungsarbeiten waren 1995 immer noch im Gange.

WELCHE EINWIRKUNGEN HATTE DER GLEISDAMM DER EISENBAHN AUF DEN GROßEN SALZSEE?

Der Damm aus aufgetürmten Felsbrocken hatte zwei große Einwirkungen, die sich hauptsächlich auf stark verringerte Wasserströmungen zwischen Südarm und Nordarm beziehen: (1) Der Südarm behielt einen höheren Wasserspiegel bei als der Nordarm; (2) der Nordarm zeigte einen erhöhten Salzgehalt an als der Südarm.

Verhältnisse änderten sich auch nicht weiter, nachdem man zwei Durchlässe von ca. 5 m Breite und 6 m Tiefe in den Gleisdamm einbaute, um Wasseraustausch und Bootverkehr zwischen den beiden 'Armen' zu erleichtern. Als zusätzliche Sicherung wurde 1984 in den erhöhten Damm ein 100 m brei-

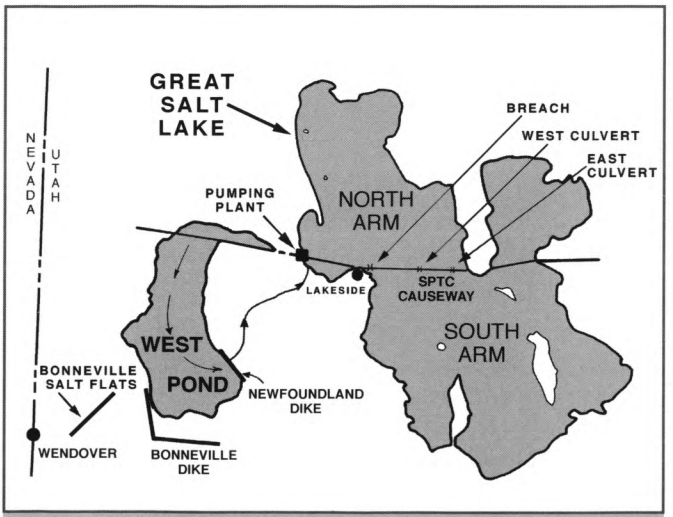


Einer der beiden Durchlässe, etwa 5 m breit und 6 m tief (15 ft. X 20 ft.), die in den Gleisdamm eingebaut wurden. Foto wurde in Tiefstandsjahren aufgenommen (1960-1962).

ter Bruch nahe dem Örtchen Lakeside eingeschnitten, der bei der Kontrolle von Überflutung helfen sollte.

Der Wasserspiegelwert des Südarms liegt um einiges höher als beim Nordarm, weil Flußwasser schneller in den Südarm einfließen kann, als es der Damm mit seinen hierfür gedachten Wasserausgleichdurchlässen erlaubt. Auch ist seit der Erbauung des aufgehäuften Damms der Salzgehalt des Nordarms stark angestiegen, verglichen mit der Salzhaltigkeit des Südarms.

Dies beruht auf folgender Basis: (1) Der Südarm erhält sein Neuwasser fast ausschließlich vom Süßwassereinfluß zum See; (2) Der Nordarm dagegen erhält hauptsächlich neuen Wasservorrat aus dem Südarm, und von hieraus sickert das Salzwasser durch den Felsdamm.



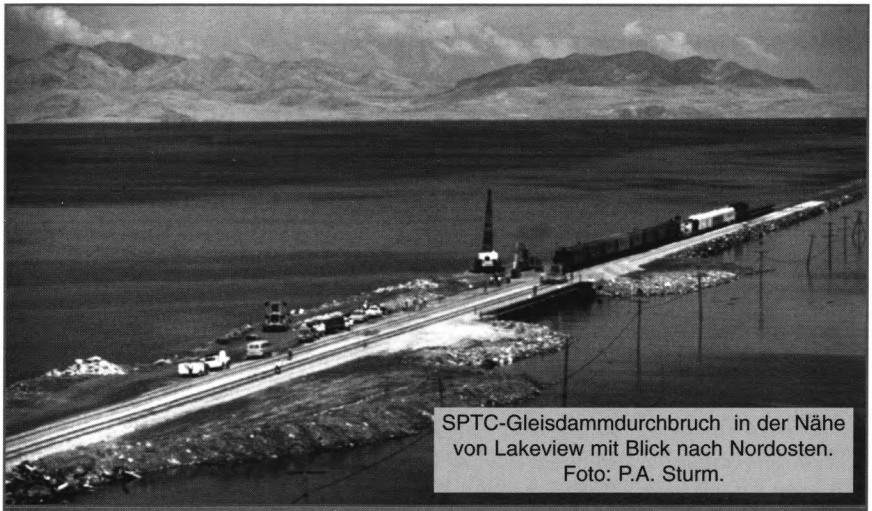
Der Große Salzsee, Bonneville Salt Flats, und Einzelheiten der zwei staatlichen Flutkontrollprogramme: der Dammdurchbruch (1984) und das West Desert Pumping-Unternehmen (1987).

Gleichzeitig dringt Frischwasser via beide Durchlässe und den breiten Durchbruch ein. Gegenwärtig befindet sich der Nordarm nahe seinem Salzsättigungspunkt von 24-26%, der fast zweimal so hoch liegt wie beim Südarm mit dessen Salzgehalt von 12-14%.

WAS WURDE UNTERNOMMEN, UM DIE FOLGEN DER 1980ER HOCHWASSERKATASTROPHEN IN DEN GEBIETEN UM DEN GROßEN SALZSEE HERUM ZU LINDERN?

Im Jahre 1983 begann der Große Salzsee wegen starken Niederschlags stetig anzuschwellen, bis er 1986 den historischen Höchstwasserstand von fast 4 m (12 ft.) über Pegel erreichte beim Wasserspiegel von 1283,77 m ü.d.M. (4,211.85 ft.). Das Hochwasser verursachte schweren Sachschaden, der in die Millionenwerte ging; dies betraf besonders Gebiete des Südarms.

Die Überschwemmung unterbrach den Überlandverkehr auf nahen Autobahnstraßen, sowie Güter- u. Personentransport auf Eisenbahngleisen. Kollektorteiche der Mineralsalzindustrie wurden überschwemmt und Teile des Stadtstraßennetzes, Strände, Bauernhöfe und Bootsanlagen wurden zerstört.



SPTC-Gleisdammdurchbruch in der Nähe von Lakeview mit Blick nach Nordosten. Foto: P.A. Sturm.



Nahaufnahme des ersten Wasserdurchbruchs.

Außerdem bedrohte das Hochwasser Wasservögelhabitate, die unter Leitung von U.S. - und Utah-Managements standen. Das gleiche Schicksal traf die städtischen Abwasserbehandlungsanlagen.

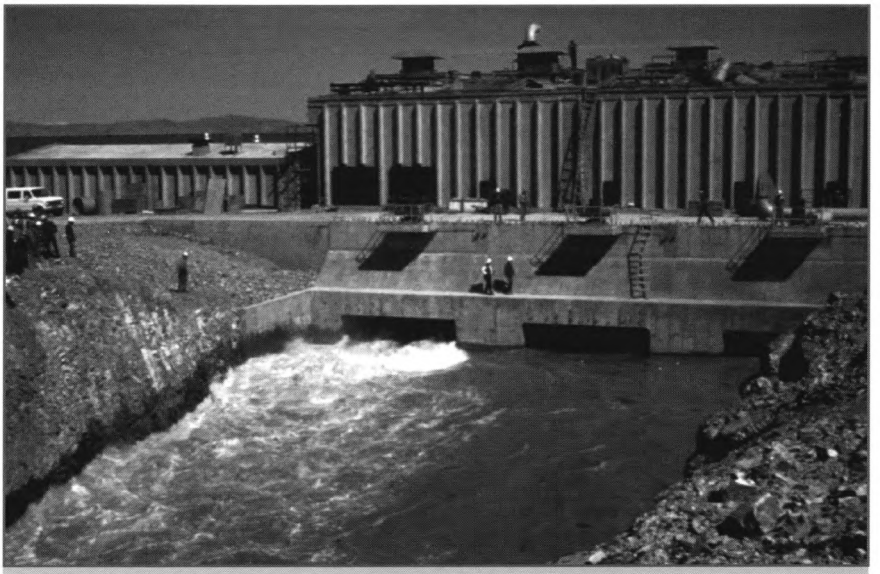
Nachdem zahlreiche Alternativen in Betracht gezogen wurden, implementierte der Staat Utah 1984 das erste Hochwasserkontrollprojekt; man hatte sich für einen Durchbruch des erhöhten SPTC-Damms entschieden, der in der Nähe von Lakeview stattfinden sollte - dort, wo man damals den 100 m langen überbrückten Durchlaß in den Damm eingebaut hatte. Dieses Unternehmen brachte einen etwas schnelleren Wasserausgleich zwischen Südarm- und Nordarmgewässern. Zur Zeit vorm Durchbruch stand der Wasserspiegel des Südarms über 1,06 m (3.5 ft.) höher als beim Nordarm. Dieses Vorhaben veranlaßte, daß der Wasserspiegel des Südarms um fast 30 cm (fast 1 ft.) sank, was wiederum den Wasserstand im Nordarm in den nächsten zwei Monaten um mehr als 0,4572 m (1.5 ft.) ansteigen ließ - Kostenpunkt: über $3.5 Millionen. Doch der Große Salzsee stieg nach diesem Dammdurchbruch weiterhin an, und nun sah sich der Staat Utah gezwungen, die zweite Alternative zu implementieren: Wasser sollte in die Westwüste geschleust werden.

Am westlichen Seeufer wurden drei riesige Pumpwerke installiert, die nun das Wasser durch einen rund 6,6 km (4.1 Meilen) langen Abflußkanal zum West Pond pumpten. Mehr als 986.800.000 m^3 (800,000 acre ft.) Wasser wurden in die 1.295.000.000 m^2 (320,000 acres) große West Pond-Wüste gepumpt, was die Nettoverdunstungsrate stark ansteigen ließ. Das West Desert-Pumpprojekt kostete insgesamt mehr als $60 Millionen und begann 1987.

Ab 1987 dauerte es noch etwas mehr als zwei Jahre, bis aller Überfluß in den West Pond ausgepumpt werden konnte. Während dieser 26 Monate wurden mehr als 3.330.400.000 m^3 (2.7 mill. acre ft.) Wasser mit einem Salzinhalt von ca. 695 Million Tonnen abgeleitet. Die Pumpanlage läuft heutzutage leer, wird jedoch instandgehalten für den Fall, daß der Pegelstand des Sees wieder überschritten werden sollte.



West Desert-Pumpwerk pumpte Wasser vom Nordarm durch einen etwa 6,6 km (4.1 miles) langen Kanal in den West Pond, dessen Größenfläche etwa 1.295.000 m2 (320,000 acres) betrug.



Nahaufnahme des Pumpwerks mit einer der drei Pumpen in Betrieb - mit Blick nach Osten. Kapazität: 28,3 m^3/sec (1,000 $ft.^3$/sec).

WIEVIEL SALZ ENTHÄLT DER GROßE SALZSEE? WARUM VARIIERT SEINE SALZHALTIGKEIT?

Der gesamte Inhalt der Salzlösung im See wird auf etwa 4,5 bis zu 4,9 Milliarden Tonnen geschätzt. Wenn der See ansteigt, verringert sich der Salzgehalt, weil eine gleichbleibende Menge Salz in zunehmendem Wasservolumen aufgelöst wird: je niedriger der Wasserstand, desto höher steigt der Salzgehalt. Seit man Datenverzeichnisse aufgestellt hat, schwankt die Salzhaltigkeit zwischen etwas weniger als 5% (etwas höher als im Ozean) und fast 27% (damit hätte der Salzgehalt in Wasser bald die oberste Grenze erreicht).

KANN ICH AN DER OBERFLÄCHE DES GROßEN SALZSEES SCHWIMMEN?

Man kann sehr leicht auf dem Wasser des Großen Salzsees schwimmen, wenn er nur salzig genug ist. Bei einer Durchschnittshöhenlage von 1280 m (4,200 ft.) über dem Meeresspiegel enthält der Südarm des Sees ungefähr 13% Salz - was gewöhnlich für die meisten Menschen genügt, ohne viel Mühe an der Oberfläche zu schwimmen. Sollte der Wasserspiegel wieder einmal höher liegen als 1280 m (4,200 ft.), wäre das Wasser nicht so salzhaltig und daher weniger tragend. Im Nordarm dagegen trägt das Wasser viel leichter, weil es dort noch einmal so salzig ist wie im Südarm.

WIE STELLEN SICH DIE CHEMISCHEN MINERALVERBINDUNGEN ZUSAMMEN?

Chemische Mineralzusammensetzung im Großen Salzsee hat fast die gleiche Form wie die eines Ozeans. Sodium und Chlorid sind die hauptsächlichen Ionen; ihnen folgen Sulfate, Magnesium, Kalzium und Potassium. Die aufgestellte Tabelle gibt die Konzentration der sechs wichtigsten Ionen (1) im Großen Salzsees, (2) in einem typischen Weltmeer und (3) im Toten Meer an. Chemische Zusammensetzung (Trockengewicht %) des Großen Salzsees, eines typischen Ozeans und den Toten-See-Gewässern:

Quelle	*Sodium*	*Potassium*	*Magnesium*	*Kalzium*	*Chloride*	*Sulfate*
G.S.	32,8	2,0	3,3	0,2	54,5	7,2
Ozean (typisch)	30,8	1,1	3,7	1,2	55,5	7,7
Totes Meer	12,3	2,3	12,8	5,3	67,2	0,1

WAS WIRD IM UND UM DEN GROßEN SALZSEE HERUM FREIZEITLICH GESTALTET? WELCHE ART VON INDUSTRIE HAT SICH IM SEE, BEZIEHUNGSWEISE AN SEINEN UFERN ETABLIERT?

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur heutiger Zeit genießen Schwimmer, Bootsleute, Radfahrer, Wanderer und Jäger ihre Freizeit am Großen Salzsee sowie in seiner weiteren Umgebung. Leider haben langfristige Wasserspiegelschwankungen, ob niedrig oder zu hoch, die allgemeinen Freizeitgestaltungen über die Zeit hinweg recht negativ beeinflußt. Fast ein halbes Dutzend Erholungsorte wurden entweder überschwemmt oder standen hoch im Trocknen.

Saltair war der bekannteste Unterhaltungsort, der 1893 erbaut und 1971 durch eine Feuerbrunst zerstört wurde. Über eine Million Touristen waren 1994 sehr angetan von den folgenden drei staatlichen Parkgebieten: (1) Great Salt Lake Saltair Beach, (2) Antelope Island, (3) Willard Bay.



Sehr beliebter Ausflugsort, Saltair - 1893 erbaut und 1971 durch Feuer zerstört.



Öl tritt in Aussickerungen an der Seenordseite auf; Drillarbeiten der letzten 1970er Jahre bestätigten weitere Ölvorräte unterm Seebed.

Kochsalzgewinnung begann in der Mitte des vorigen Jahrhunderts und blieb für Utah ein wichtiger wirtschaftlicher Bestandteil. Seit Anfang der 1960er Jahre wurden auch andere Produkte dem Wasser entzogen, einschließlich Magnesiummetall, Chlorgas, Sodium- & Potassiumsulfate sowie Magnesiumchlorid. Öl sickerte am Nordufer des Sees aus der Erde; zusätzlich entdeckte man in den späteren 1970er Jahren weitere Ölvorräte unter dem eigentlichen Seebett. Ein anderer Industriezweig schöpft riesige Mengen von Salzwassergarneleneiern (brine shrimps) ab, um sie in der ganzen Welt als Fischfutter zu verkaufen. An den süd-, nörd- und östlichen Ufern verwaltet der Staat Utah acht Wasservögelreviere; auch ein bundestaatliches Refugialgebiet für Zugvögel befindet sich am See. Diese Verwaltungsbezirke wurden Anfang dieses Jahrhunderts etabliert und dienten seither als wichtige Rast- u. Brutstationen für Millionen von wilden Enten und Gänsen, von Seetauchern, Strandvögeln und anderem Federvieh, das vom Wasser abhängig ist.

Besucher sind immer willkommen, und gewöhnlich wird eine Jagderlaubnis in der vorschriftsmäßigen Jagdsaison erteilt.

WELCHE MINERALIEN WERDEN DEM GROßEN SALZSEE ABGEWONNEN? WIE WIRD DAS GEMACHT UND WELCHE FIRMEN BESCHÄFTIGTEN SICH DAMIT?

Zur Zeit bestehen fünf Mineralienfirmen, die dem Seewasser mittels Sonnenenergien alle Arten von Salzen sowie hoch konzentrierte Salzlaugeprodukte abgewinnen. Sie zahlen an den Staat Utah (Besitzer des Großen Salzsees) Pachtgelder auf Erzeugung und Verkauf von Salzen und anderen Mineralien.

Sodiumchlorid (Rohsalz) wird folgendermaßen erzeugt: (1) In seichten Teichen wird das Wasser verdunstet; (2) Salz lagert sich ab und wird (3) als Bodensatz dem Becken entnommen. Danach wird das eingesammelte Salz abgespült, gewaschen, ausgetrocknet und durchgesiebt, um verschiedene Produktgrößen und -abstufungen zu erhalten. Kochsalz wird für den Gebrauch als Wasserenthärtungsmittel zu Tabletten verpreßt. Für das Vieh wird dieses

Salzprodukt auch zu Blöcken von Salzlecke geformt, von denen einige Sorten eine Mineralzulage erhalten. Unverpackte Salzmengen werden zum allgemeinen industriellen Verbrauch an andere Staaten verkauft; doch viel Salz bleibt im Staat Utah, wo es im Winter auf vereisten Straßen als Streusalz verbraucht wird. Qualitätssalz - oder besser gesagt: unser reguläres Kochsalz - wird nicht hier verarbeitet, da kein hoher Reinheitsgrad ohne ein teures zusätzliches Verfahren garantiert werden kann. Das in Utah verbrauchte Kochsalz wird von salzerzeugenden Firmen in New York, Ohio, Kansas, Louisiana, Texas und Kalifornien geliefert.



Abernten von potassiumhaltigen Salzen aus großen Solarverdunstungsteichen. Salz wird zu Potassiumsulfat, einem Handelsdünger, verarbeitet.

Doch der Große Salzsee wirft außer Rohsalz auch noch andere Salzprodukte ab. Die Industrie gewinnt Potassiumsulfat - einen Handelsdünger, der aus Potassium- und Magnesiumsalzen hergestellt wird. Magnesiumchloridsalzlauge wird zur Herstellung von Magnesiummetallen und Chloringas gebraucht, und in Pulverform dient die Sole als Staubdämpfungsmittel. Für die Produktion dieser Salze und der hoch konzentrierten Salzsole braucht man eine zusätzliche Verdunstung von langer Zeitdauer - viel länger als für die Gewinnung von Rohsalz. Außerdem wird hierfür eine komplizierte chemische Verfahrungstechnik angewandt.

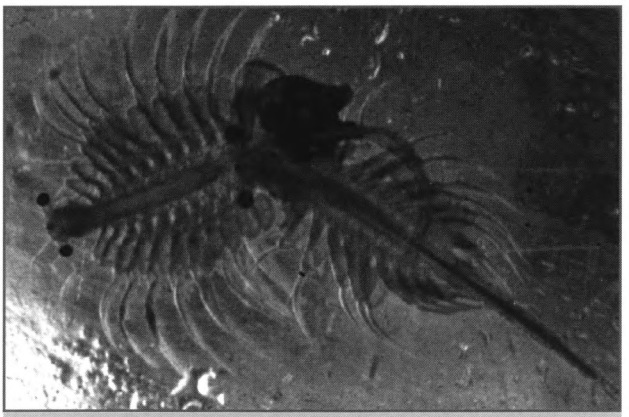
Mirabilit (Glaubersalz), ein hydriertes Sodiumsulfatsalz, allgemein verwendet in der Produktion von Sodiumsulfat (neutrales Natriumsulfat) kann nur während der kalten Wintermonate aus konzentriertem Salzwasser gewonnen werden.

Eine 1995 aufgestellte Tabelle gibt die Namen der fünf Firmen sowie ihre Produkte an:

Firma:	**Produkte:**
AKZO Salt of Utah	Sodiumchlorid
Great Salt Lake Minerals Corp.	Potassiumsulfat- & Magesiumchlorid-produkte
Magnesium Corp. of America	Magnesiummetall, Chlorgas
Morton Salt Company	Sodiumchlorid
North America Salt Company	Sodiumchlorid

WAS LEBT IM GROßEN SALZSEE UND IN SEINER UMGEGEND?

Die winzige Salzwassergarnele (Artemia Salina) ist eins der wenigen Tiere, die im Großen Salzsee leben können. Ihre Bevölkerungsmasse spielt eine spezielle Rolle im Ekosystem, weil sie das Seewasser von Algen säubert. Garnelen sind die Hauptnahrung der Millionen von Zugvögeln. Andere Tiergattungen, die mit dem See verbunden sind: Salzwasserfliegen, Algen und Bakterien. Millionen über Millionen von Salzwasserfliegen ernähren sich im Strandsand von Bakterien und Algen, die auf Steinen und Holzstücken gedeihen. Nachdem diese Fliegen abgestorben sind, scharrt der Wind ihre schwarzen Überreste zu langen übelriechenden Reihen auf Stränden entlang der Wasserlinie - oder er bläst sie dort zu dicken Haufen zusammen. Viele Arten von Algen und Bakterien verursachen die variierten Farben im Seewasser; auch bieten sie Nahrung für die Salzwassergarnelen.



Vergrößerung zweier Salzwassergarnelen (Artemia Salina) aus dem Großen Salzsee.

Enten, Gänse, Möwen, Pelikane und hunderte von verschiedenen anderen Vogelsorten leben in den Märschen und Sumpfgebieten um den See herum, der ein lebenswichtiger Teil der pazifischen und zentralen Zugvögelrouten (Pacific and Central Flyways) ist; gleichzeitig formt der See einen wichtigen Teil des Netzwerks für nordhemisphärische Wildbestände von Ufervögelgattungen (Northern Hemispheric Shorebird Reserve Network).

Strände und nahe Sümpfe bieten ein Habitat für eine Vielfältigkeit von Reptilien und Säugetieren. Acht Amphibiengattungen, zwei Schildkrötenarten, neun Sorten von Echsen und acht Schlangentypen sowie eine Gesamtzahl von 64 Klassen und Unterklassen von Säugetieren wurden in der Umgegend des Großen Salzsees identifiziert.

WELCHE WIRKUNGEN HAT DER GROßE SALZSEE AUF DAS WETTER?

Seine großen Ausmaße haben einen bedeutenden Einfluß auf das Wetter der umliegenden Städte. Die Wassertemperatur bleibt während des Winters wärmer als die Luft über dem Erdgelände, was dazu beiträgt, die Luftfeuchtigkeit zu erhöhen. Diese gegenseitige Beeinflussung erzeugt wiederum eine thermische Unstabilität, die eine Bildung von Salzkrystallen

verursacht. Man nimmt an, daß diese Faktoren viel dazu beitragen, den 'Binnensee-Effect' ('lake effect') zu erzeugen. Nachwirkungen dieses Phänomens bedeuten, daß Landstriche, die entlang dem Windrichtungskorridor vom See her liegen, unter bestimmten Wetterumständen mit einem größeren Schneefall zu rechnen haben als ferner entlegene Gebiete.

WARUM STINKT DER SEE SO FURCHTBAR?

Der vom See her eintreibende Gestank erinnert an verfaulte Eier und wird allgemein von den Einwohnern in der Nähe des Sees bemängelt. Grund: Pflanzen und Tiere sterben ab und verwesen im seichten Uferwasser - vor allen Dingen in der Umgebung von Farmington Bay. Der Geruch macht sich besonders bemerkbar, wenn der Nordwestwind auf dem See steht und das seichte Wasser aufrührt, was üblen Geruch landeinwärts drängt.

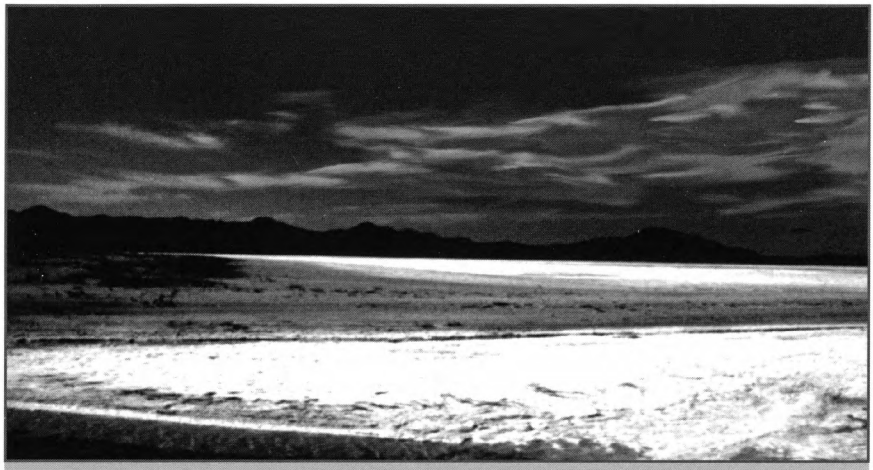
IST DER GROßE SALZSEE VERUNREINIGT?

Die Mengenwerte von Verseuchungsstoffen im See - wie z.B.: organischer Industrieabfall, Kupfer, Arsenik, Quecksilber, Kadmium und Blei - liegen relativ niedrig. Das steht im Gegensatz zu den allgemeinen Vermutungen der Bevölkerung, die Verpestung des Sees befürchtet, verursacht durch Entladung von Flüssen, Abwasserbehandlungsanlagen und Industrien. Es scheint, daß sich das Ekosystem von allein durch chemische und biologische Vorgänge von gewissen Arten von Verunreinigungsstoffen befreien kann. Jedoch müssen weitere Recherchen angestellt werden, um diesen Prozeß besser verstehen zu können.

WO SIND DIE BONNEVILLE SALT FLATS? WIE WURDEN SIE GEFORMT?

Die Bonneville Salt Flats befinden sich rund 185 km (115 Meilen) westlich von Salt Lake City und dem Großen Salzsee in der Nähe von Wendover an der Utah/Nevada-Grenze.

Das riesige salzbedeckte Gebiet war einst ein Seebett und ist eins der ebenerdigsten Flächen auf Erden. Es wurde während des Endstadiums der Verdunstung von Lake Bonneville geformt. Heute werden hier Autowettrennen veranstaltet. Der amerikanische Rennfahrer Gary Gabolich schraubte 1970 seinen Blue Flame-Rennwagen mit Raketenantrieb hoch auf eine Geschwindigkeit von 1001,64 km/h (622.407 m/h) - eine Lake Bonneville-Höchstgeschwindigkeitsleistung, die bis jetzt noch nicht übertroffen wurde. In den vergangenen dreißig Jahren hatte sich eine gewisse Verschlechterung der Rennflächen bemerkbar gemacht. Diese Entdeckung führte zu einem kontroversen Punkt zwischen (1) der Verwaltung des U.S. Bureau of Land Management (BLM), (2) den Rennfahrern, die diese Salzflächen mit Höchstgeschwindigkeit befahren und (3) der Produktionsgesellschaft, die der



Bonneville Salt Flats westlich des Großen Salzsees. Foto: Monson W. Shaver III.

Bonneville Salt Flats-Salzsole Potassiumchloridsalz und Magnesiumchlorid (Salzlauge) entzieht. Eine Untersuchung ist im Gange, um festzustellen, warum das Oberflächensalz verschwindet und ob diesem Vorgang Einhalt geboten und das Salz wieder ersetzt werden kann.

WAS BEDEUTET DER GROßE SCHORNSTEIN AM SÜDENDE DES GROßEN SALZSEES?

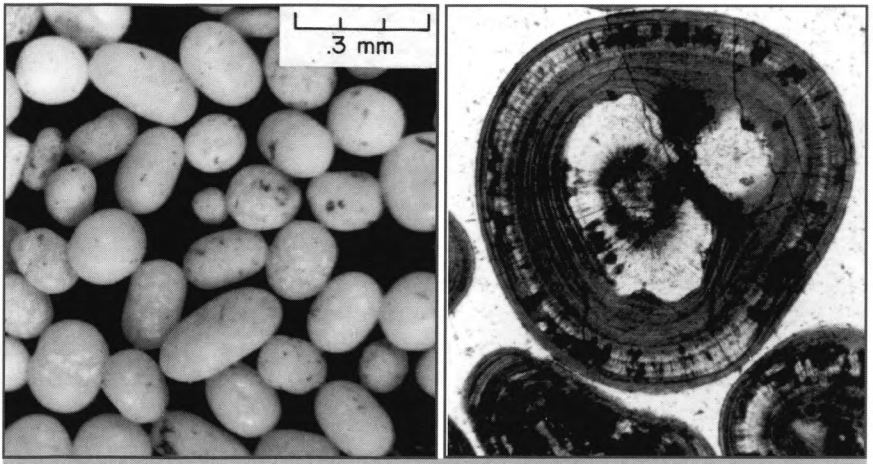
Für die Firma Kennecott Copper Company ist der 365,76 m (1,200 ft.) hohe Schornstein am südlichen Ende des Sees ein bedeutender Bestandteil in ihrem Schmelzbetrieb. Kupfer- und Goldadern werden im Bingham Canyon im Tagebau miniert. Diese Übertagearbeit in der Bingham Canyon-Mine begann 1906; ihr tiefes offenes Bergwerk ist rund 24 km (15 Meilen) vom Südende des Sees entfernt und liegt auf der Ostseite des Oquirrh-Bergrückens.



Der 365,76 m (1,200 ft.) hohe Schornstein am Südende des See. Foto zeigt die Lake Bonneville-Terrassen sowie die 1986er Überflutung.

WOHER KOMMEN DIE RUNDEN WEIßEN SANDKÖRNCHEN AM STRAND?

Dieser feinkörnige Sand an den vielen Stränden besteht aus 'Oolithen', die die Form einer kleinen Kugel annahmen oder den Umriß eines lang gedehnten Körnchens haben. Beide Strukturen bauten sich wie eine Perle um einen zentralen Kern auf, der gewöhnlich aus einem Mineralteilchen oder einer winzigen Fäkalie der Salzwassergarnelen bestand. Viele der schönsten Strände haben diesen Oolithensand.



Links wird die vergrößerte Ansicht eines typischen Oolithen gezeigt. Rechts: Querschnittvergrößerung konzentrischer Schichten, die sich um einen zentralen Mineralsplitter aufgebaut haben.

NACHWORT DES AMERIKANISCHEN AUTOREN J. WALLACE GWYNN

Den hiermit erwähnten Personen bin ich zu Dank verpflichtet für ihre Eingabe der meist gestellten Fragen über den Großen Salzsee, sowie für ihre Hilfe bei der Dokumentenbearbeitung: Bryce Tripp, Rebecca Hylland, Carol Oestreich, David Madsen, Bill Case, Bill Jerome, Richmond Kelley, Rebecca McNeeley, Corey Milne, Carolyn Olson, Sharon Wakefield, Jim Fillpot, Scott Flandro, Teddie Krause, Kimm Harty und Tom Aldrich.

Besonders zu danken sei Dr. D. Currey, tätig an der University of Utah, für seine Bemühungen bezüglich aller aktuellen Auskünfte über Höhenlage und Zeitalter der Küstenlinien des Lake Bonneville, sowie der Uferlinien des Großen Salzsees.

VORSPANN

Autor . . . . . J. Wallace Gwynn
Fotos . . . . . J. Wallace Gwynn (außer, wenn anders vermerkt)
Titelbild- & Buchgestaltung . . . . . Sharon L. Hamre
Titelbildfoto . . . . . John P. George
Schwarzweiß-Interpretationen . . . . . L. A. Ramsey
Farbfotos . . . . . Grant Willis, June Cannon, Cannon Structures, Inc., P. A. Sturm, Monson W. Shaver III
Übersetzerin . . . . . B. Long-Murdock
Lektorin . . . . . R. E-M. Bates - M.A.

HINWEIS:

Tourführer, Parkwächter und Auskunftsspezialisten haben die meist gestellten Fragen über den Großen Salzsee - und über dessen Vorgänger, Lake Bonneville - in diesem Druckwerk zusammengetragen. Die Broschüre will mit ihren kurzen Antworten dazu dienen, Sie mit der Beschaffenheit und Geschichte des größten Salzwasserbinnensees in den Vereinigten Staaten bekanntzumachen. Gleichzeitig möchten wir Ihnen die Namen der verschiedenen Agenturen übermitteln, mit denen Sie sich zusätzlich in Verbindung setzen können, um weitere Auskünfte über den Großen Salzsee einzuholen.

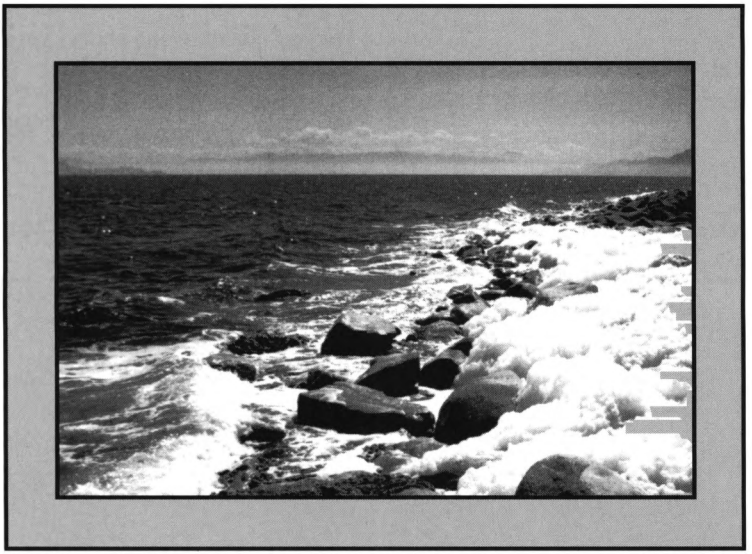
KURZER LEBENSLAUF:

Dr. J. Wallace Gwynn promovierte als Mineraloge an der Universität von Utah und machte dort 1970 seinen Doktor. Seither verbrachte er den größten Teil seines Berufslebens mit Great Salt Lake Studien in seiner Kapazität als 'Utah Geological Survey'-Wissenschaftler auf dem Gebiet der Salzmineralogie.

Dr. Gwynn veröffentlichte viele seiner Arbeiten, die sich mit den Utah-Bodenschätzen befaßten. Diese Veröffentlichungen beziehen sich, z.B., auf bituminösen Sandstein in der P.R.Springs-Gegend, Ölquellensalzlauge in den Uinta- & Paradox-Becken, Salzsole unterm Boden des Sevier-Sees, geothermische Betriebsmittel für niedrige Temperaturen längs der Wasatch Front, sowie den Salzlaugen und mineralischen Betriebsmitteln des Großen Salzsees.

Dr. Gwynn dient nebenberuflich als Great Salt Lake Technical Team-Mitglied und Mitarbeiter des Bonneville Salt Flats Technical Review Committee.

Außerdem beteiligt er sich in den öffentlichen Grundschulen an der Weiterbildung von Schülern in den Lehren über 'Erdwissenschaften'.



Tourführer, Parkwächter und Auskunftsspezialisten trugen die meist gestellten Fragen über den Großen Salzsee sowie über dessen Vorgänger, den Lake Bonneville, in diesem kleinen Heft zusammen. Diese Auflage soll mit seinen kurzen Antworten dazu dienen, Sie mit der Beschaffenheit und Geschichte des größten Salzwasserbinnensees in den Vereinigten Staaten bekanntzumachen. Auch übermitteln wir Ihnen hiermit die Namen der verschiedenen Agenturen, mit denen Sie sich zusätzlich in Verbindung setzen können, um weitere Auskünfte über den Großen Salzsee zu erhalten.

'SALZSEE' - INFORMATION SIND ÜBER FOLGENDE ADRESSEN ZU ERHALTEN:

Utah Geological Survey
1594 W. North Temple - Suite 3110
Salt Lake City, UT 84114-6100
Tel. #: (801) 537-3326 oder (801) 537-3366

U.S. Geological Survey
1745 W. 1700 S. - 1016 Administration Bldg.
Salt Lake City, UT 84104
Tel. #: (801) 975-3350

Öffentliche Auskunftsserie Nr. 55
UTAH GEOLOGICAL SURVEY
ein Zweig des
Department of Natural Resources
1997