

DIE SCHWANKUNGEN

DER

HOCHARMENISCHEN SEEN

seit 1800

IN VERGLEICHUNG MIT EINIGEN VERWANDTEN ERSCHEINUNGEN.

Von

Dr. ROBERT SIEGER.

Separat-Abdruck aus den „Mittheilungen der kais. königl. Geographischen Gesellschaft in Wien“ Jahrg. 1888

INHALT:

I. Das Wanseegebiet	Seite 1
II. Ostarmenische und kleinasiatische Seen	» 14
III. Vermuthliche Ursachen der Schwankungen des See- spiegels; klimatische und Gletscher-Veränderungen	» 27
IV. Zur Frage allgemeiner Klimaschwankungen	» 44

WIEN

Im Selbstverlage des Verfassers.

1888.

DIE SCHWANKUNGEN

DER

HOCHARMENISCHEN SEEN

seit 1800

IN VERGLEICHUNG MIT EINIGEN VERWANDTEN ERSCHEINUNGEN.

Von

Dr. ROBERT SIEGER.

Separat-Abdruck aus den „Mittheilungen der kais. königl. Geographischen Gesellschaft in Wien“ Jahrg. 1883

INHALT:

I. Das Wanseegebiet	Seite 1
II. Ostarmenische und kleinasiatische Seen »	14
III. Vermuthliche Ursachen der Schwankungen des Seespiegels; klimatische und Gletscher-Veränderungen . »	27
IV. Zur Frage allgemeiner Klimaschwankungen »	44

WIEN

Im Selbstverlage des Verfassers.

1888.

Die Art der behandelten Fragen und des vorliegenden Quellenmaterials bringt es mit sich, dass dem Verfasser wichtige Ergänzungen nicht nur während der abschnittweisen Drucklegung dieser Arbeit (Anm. *), sondern auch seit der letzten Correctur zukamen.

Dieselben lauten fast durchaus in bestätigendem Sinne zu den Hauptergebnissen seiner Untersuchung und werden s. Z. an ihrem Orte mitgetheilt werden. Hier sei nur bemerkt, dass nach Ratzel (Die vereinigten Staaten, 1878, p. 250) und Gilbert (The Forum vol. 5, New-York, Juni 1888) die Tabelle auf S. 76 folgende Fortsetzung nach rückwärts findet:

	Fucino	Wansee	George L.	Salt L.	Lorenzoseen.
Minimum	1793	—	—	—	1819
Maximum	1816	1820	1823	—	1838
Minimum	1835	1838	1840 ff.	1847	1851 ?

Von **Druckfehlern** sind folgende stehen geblieben:

S. 4, Z. 7 v. o. lies »für eine Unterbrechung derselben« statt »für eine Unterbrechung desselben . . .«

S. 4, Z. 1 v. u. lies: Southgate statt Soutgate.

» 11, » 22 v. o. » Kinneir statt Kinneis.

» 12, » 16 v. u. » Monteith statt Montheith.

» 12, Anm. 45 » schon durch die statt schon die.

» 23, Z. 4 v. o. » 1843 statt 1842.

» 27, Anm. 104 » 1868 statt 1871.

» 35, Z. 15 v. o. » Kaukasusstationen statt kaukasischen Stationen.

Ueber die Berichtigungen zu Tab. III. s. S. 48 und S. 56 Anm. *).

Wien, Sommer 1888.

Der Verfasser.

Das Wanseegebiet.

Hann hat bereits im Jahre 1867 bei Gelegenheit einer Schilderung des subtropischen Klima's den Satz ausgesprochen: „Abgeschlossene Seebecken zeigen die Eigenthümlichkeit eines schwankenden Wasserspiegels, der steigt und sinkt je nach Perioden trockener und nasser Jahre, welche, wie wir glauben, für das eben besprochene regenreiche Gebiet charakteristisch sind.“¹⁾ Allein erst in jüngster Zeit hat man dieser Art von Schwankungen und ihrem Zusammenhang mit der Bewegung des Klima's erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet. Es mag daher zeitgemäss erscheinen, wenn ich eine Reihe von Thatsachen vor die Oeffentlichkeit bringe, welche ich nicht so sehr zusammengestellt, als im Verfolge anderer Arbeiten gelegentlich gefunden habe.²⁾

Sie beziehen sich zunächst auf eine Reihe von Veränderungen an den beiden grossen Salzseen Armeniens, dann auf verwandte Erscheinungen an den kleineren Nachbarseen, welche zwar durchaus nicht unbekannt, aber bisher noch nirgends vollständig zusammengestellt sind. Nur so ist es erklärlich, dass man die zeitweise bereits gewonnene richtige Einsicht bald wieder zu Gunsten der Ansicht von einem fortgesetzten Steigen oder Sinken der einzelnen Seen aufgeben konnte, — dass ich also zuerst die Thatsächlichkeit einer Reihe von Schwankungen zu erweisen habe.

Noch 1856 meinte Abich, wie dem Kaspi, so auch dem Wan- und Urmiasee eine andauernde Rückgangsbewegung nach Art der centralasiatischen Seen zuschreiben zu müssen;³⁾ später aber gewann in Bezug auf das „Meer von Wan“ die Annahme einer seit Jahrhunderten fortgesetzten Erhebung des Seespiegels die Oberhand und die wenigen entgegenstehenden Daten wurden kurzweg auf „Jahre ausnahmsweiser Trockenheit“ zurückgeführt. Namentlich W. Strecker hat diese Auffassung wiederholt entschieden vertreten und

¹⁾ Zeitschr. der österr. Ges. für Meteorol. II. 115.

²⁾ Für Förderung dieser Arbeit schulde ich Dank dem freundlichen Entgegenkommen der verschiedenen Bibliotheken zu Wien und München. Herrn Professor Wünsch in Pilsen, der wiederholte briefliche Anfragen in bereitwilligster Weise beantwortete, den Herren Professoren Hann, Suess und W. Tomaschek, Herrn Dr. A. Rodler, Dr. E. Brückner, insbesondere aber Herrn Professor Dr. A. Penck und dem geographischen Institute an der Universität Wien.

³⁾ Vgl. Dove, Zeitschr. der Berliner Ges. für Erdk. 1856, p. 197 und 200.

Elisée Reclus sie zu der seinen gemacht.⁴⁾ Für den kleinen Salzsee Göldschik an der Wasserscheide des Euphrat und des westlichsten Tigrisarmes ist Wünsch zu demselben Schlusse gelangt,⁵⁾ — und insbesondere seinen Gründen gegenüber muss zugestanden werden, dass die allmälige Ausfüllung der Seebecken durch die Anschwemmungen ihrer Zuflüsse und die Abbröckelung der Uferfelsen fortwährend darauf hinarbeitet, den Wasserspiegel zu erhöhen und dass mithin das Endergebnis einer grösseren Reihe von Schwankungen schliesslich eine positive Verschiebung der Strandlinie bilden muss. Allein dieselbe wird auch in ausgedehnten Zeiträumen unverhältnismässig gering sein und nie hinreichen, den Wechsel des Wasserstandes nach kleineren, wie es scheint, unregelmässigen Perioden der Wahrnehmung zu entziehen.

Wollen wir diesen letzteren verfolgen, so sind wir in der Hauptsache auf Berichte derjenigen Reisenden angewiesen, welche selbst eine Veränderung während bestimmter Zeiträume zu beobachten oder doch durch Prüfung der von den Einwohnern eingezogenen Nachrichten festzustellen vermochten. Ausserdem lassen sich einige Schlüsse aus der Nebeneinanderstellung verschiedener Angaben über Entfernungen und Lage von Orten, Inseln, Halbinseln gewinnen, wobei jedoch der Wechsel der Jahreszeiten sowohl, als die möglichen örtlichen Einflüsse (Flussdelta u. s. w.) stets mit ängstlicher Sorgfalt in Rechnung gebracht werden müssen. Nahezu ganz verzichten muss man auf die Benützung der Karten als Quellen, da uns gerade die besten, wie Kiepert's Karte der asiatischen Türkei von 1884, eine Verarbeitung verschiedener Berichte aus verschiedener Zeit darstellen. Den Werth einer historischen Urkunde, welche sich auf die Beobachtungen des einen Reisenden beschränkt und zugleich die flüchtige Vermuthung als solche von den bestimmten Linien fester Kunde unterscheidet, besitzen selbst die meisten Itinerarkarten nicht, — und für den Wansee wage ich denselben streng genommen nur den anspruchslosen Aufzeichnungen Hommaire de Hell's zuzugestehen. Den Vorzug einer Beschränkung auf die Aufnahme bestimmter Jahre dürfte aber wohl auch Stebnitzki's Zwanzigwerstkarte besitzen.

Dafür reichen in Bezug auf diesen See die Ueberlieferungen um so weiter zurück. Nach den Mittheilungen, welche Loftus im Jahre 1852 gemacht wurden, soll die alte Stadt Ardschisch am Nordufer, jetzt gewöhnlich Ardisch genannt. „vor ungefähr 140 Jahren“ — also bald nach 1710 — durch Uberschwemmung vom Hauptlande abgeschnitten worden, 40 Jahre Insel geblieben und erst hernach wieder durch das Zurückweichen der Gewässer in feste Verbindung mit dem Ufer getreten sein. Ismail Beg, welcher dies erzählte, er-

⁴⁾ Strecker, Peterm. Mitth. 1863, p. 259 und in der Berliner Zeitschr. 1869, p. 550. Reclus, Nouv. Geogr. Univ., IX, 330. Vgl. auch Klöden's Handbuch. I, 585.

⁵⁾ Wünsch, Mitth. der k. k. Geogr. Ges. in Wien 1885, 15 f.

innerte sich noch selbst an die Zeit ihrer Wiederbesiedlung, welche demnach allerdings etwas später anzusetzen sein dürfte.⁶⁾

Von einem allseitigen Ansteigen des Sees berichtet uns aber zuerst der Graf Jaubert im Jahre 1806. Er fand Ardisch neuerlich bedroht und in zunehmendem Masse unbewohnbar gemacht — und erfuhr auch von einem mit jedem Jahre zunehmenden Verschwinden der Vororte von Wan.⁷⁾ Um dieselbe Zeit dürfte auch die Abtrennung der Insel Gduts vom Festlande und der Insel Ardier von der grossen Insel Achtamar stattgefunden haben, deren erstere nach Strecker (1869) „noch vor 50 Jahren“ Halbinsel gewesen ist.⁸⁾ Ich folgere dies aus dem Umstande, dass zuerst auf der Karte zu Jaubert's Werke⁹⁾ beide Namen als die von Inseln, wenn auch falsch bezogen, erscheinen und fortan selbst auf solchen Karten, die nur auf flüchtigem Besuche des Sees beruhen, zu den alten Inseln Lim und Achtamar mindestens eine dritte hinzukommt.¹⁰⁾ Ebenso werden wir es wohl auf die Zeit weiteren Anschwellens nach Jaubert's Besuch

⁶⁾ Quarterly Journal Geological Society. XI (1855). p. 319. Die Erwähnung der Stadt ohne Hinweis auf Ueberfluthungen bei älteren arabischen Schriftstellern berechtigt uns zu keinem Schlusse, da die Stadt bis 1209 weit landeinwärts lag und später an anderer Stelle erbaut wurde. (Vivien's Lexicon s. v. Erdjiz.) — Auch die Stadt Wan lag vielleicht früher anders (nicht so die Burg).

⁷⁾ Jaubert. Voyage en Arménie et en Perse 1805—1806. Paris 1821, p. 139: »c'est que de tous cotés les eaux empiètent sur les terres.«

⁸⁾ Strecker, Zeitschr. 1869, 459. Von Arder sagt derselbe, es habe sich »erst neuerdings« von Achtamar getrennt, das seinerseits bei alten armenischen Schriftstellern noch als Halbinsel erscheine. Ich vermag letztere Behauptung nicht weiter zu verfolgen, muss jedoch erwähnen, dass (nach gütiger Mittheilung von Dr. Hein) Achtamar schon im Dschihän-numa und der Handschrift P. des Ibn Haukal (ed. de Goeje p. 248) erscheint. Der Reisende Shiel (Journ. Roy. Geogr. Soc., VIII, p. 66 und 69) behauptet übrigens, dass das festländische Dorf Artemid auch den Namen Achtamar führe, woraus sich vielleicht Strecker's Bemerkung erklären könnte.

⁹⁾ Welche nicht auf diesen allein, aber auf ziemlich gleichzeitige Quellen zurückgeht, nämlich für den Wansee auf Kinneir 1813—1814, Jouannin, Dupré 1807 und für die S.-Seite insbesondere auf ein Itinerar, welches sich Jaubert verschafft hatte.

¹⁰⁾ Tavernier im 17. Jahrhundert (Les six voyages, Pariser Ausgabe von 1681, 1. Theil 251) nennt »zwei hauptsächliche Inseln an der Südküste«: Adaketons mit zwei Klöstern und Limadasi mit einem Kloster. Ersteres kann nur Achtamar sein, wo noch Shiel (J. R. G. S., VIII, p. 69) eine Kirche und ein Kloster von einander unterschied (1836). D'Anville's Karte von Asien 1751 nennt die Inseln Lim und Aghtamar und noch Monteith (J. R. G. S., III, p. 50) fand nur diese zwei »grösseren« Inseln erwähnenswerth. Da Arder nach Shiel der Insel Achtamar sehr nahe lag, so dass man es für einen Bestandtheil der letzteren halten konnte, so ist dort, wo drei Inseln erscheinen (wie bei Kinneir, Journey through Asia Minor, Armenia and Koordistan. London 1818, p. 385) jedenfalls Gduts (Ghedoutch bei Jaubert) mit inbegriffen. An seiner richtigen Stelle erscheint Gduts (und Lim, das d'Anville und noch Shiel im W. von Achtamar suchten) zuerst bei Southgate 1836 (Narrative of a tour through Armenia, Koordistan, Persia and Mesopotamia. I. Band. London 1840. Karte), doch ohne Namen, und Brant 1838 (J. R. G. S., X, Karte), welcher daselbst ein Kloster Charpanak suchte. Den falschen Namen Arder führt es noch auf Millingen's später zu besprechender Karte.

beziehen müssen, wenn dem im Jahre 1824 verstorbenen Consul Rich in Mosul erzählt ward, dass Aldschewas oder Adeldschewas am Nordufer zum Theil von den Fluthen des Sees eingerissen sei und man dort noch Spuren einer grossen Stadt zu erkennen vermöge.¹¹⁾

Wie lange diese positive Bewegung des Sees dauerte, wage ich nicht zu entscheiden, obwohl einige schwache Anzeichen für eine Unterbrechung desselben . . . um die Mitte des folgenden Jahrzehntes zu sprechen scheinen.¹²⁾

Unsere nächste bestimmte Nachricht ist jene des Consuls Brant vom Sommer 1838, wonach der See in den „letzten 10 Jahren“ in der Ebene von Ardisch um 1 mile (1.5 km) zurückgewichen sei.¹³⁾ Doch dürfen wir vielleicht den Anfang dieser Bewegung etwas früher ansetzen, da schon Schulz 1827, der im Uebrigen den See noch hoch fand, die Entfernung der Stadt Wan vom Ufer überraschend gross angibt und auch von einer Ueberfluthung des von ihm besuchten Adeldschiwis nichts zu sagen weiss.¹⁴⁾

Innerhalb des von Brant für den Rückgang des Sees angegebenen Zeitraumes bereisten dessen Ufer Shiel 1836, Southgate Sommer 1837 und Wilbraham Herbst und Winter des letzteren Jahres; keiner dieser Reisenden berichtet von einer Erhebung des Sees, wohl aber bemerkt Southgate vom S.-Ufer, dass der See sich trotz seiner Ab-

¹¹⁾ Cl. J. Rich. Narrative of Koordistan, I. App. p. 378 (nach Ritter, IX, p. 938 und Strecker. Peterm. Mitth. 1863, a. a. O. — Original mir unzugänglich).

¹²⁾ Monteith (1817?) ritt längs des Sees von Arnis nach Ardisch (J. R. G. S., III. p. 50), was zu Zeiten hohen Wasserstandes nie gut möglich war, und Kinneir (a. a. O. 386) — er reiste 1813 und 1814 — gibt die Entfernung des Ortes Achlat vom NW.-Ende des Sees auf 1 mile an, worunter wahrscheinlich zugleich die Entfernung vom Ufer zu verstehen ist. Die Stadt reichte aber selbst zur Zeit eines Minimums im Wasserstande nach Brant (J. R. G. S., X, p. 407) bis „hart an's Ufer heran“. Doch mag sich der Ort auch ausgedehnt haben. —

¹³⁾ Journ. Roy. Geogr. Soc., X, p. 403.

¹⁴⁾ Schulz. Memoir sur le lac Van et ses environs im Journal Asiatique, IX (1840), p. 321 f. Die Ebene von Ardisch nennt er stark versumpft.

Der Abstand Wans vom See betrug:

Nach Indschidschean's armenischem Werke, Venedig 1806 (bei St. Martin, Notice sur le voyage etc. de Mr. Schulz. Sonderabdruck aus dem Journal

Asiat., Paris 1828, p. 10) $\frac{1}{2}$ Stunde = 3 km

Schulz a. a. O., p. 260 $\frac{3}{4}$ Lieues = 3.339 km

Millingen, La Turquie sous le règne d'Abdul Aziz, Paris 1868, p. 24 (wohl für 1862) 1 km

Wünsch 1882 (briefl. Mittheilung) gibt für den Abstand zum See bei Iskelle $\frac{3}{4}$ Stunden = 3—4.5 km

Dabei mag jedoch zweifelhaft bleiben, ob das etwas NW. von der Stadt gelegene Iskelle auch wirklich jederzeit die nächstgelegene Uferstelle bildete; denn gerade in dieser Gegend weichen die Karten sehr von einander ab und eine Halbinsel in der Nähe der Stadt tritt bald auf, bald fehlt sie. Wenn Brant (J. R. G. S., X, p. 398) sagt, Iskelle sei 1 mile links von seinem Weg geblieben, so bietet dies kaum einen Massstab der Entfernung dieses Dorfes von der Stadt.

flusslosigkeit noch nie über eine bestimmte Oberfläche erhoben habe.¹⁵⁾ Brant beobachtete den Rückgang der Gewässer, von dem er trotz entgegenstehender Ueberlieferungen und Aussagen überzeugt war, besonders in der flachen Bucht E. von Wastan (S.-Ufer), deren baldige Verlandung er (S. 388) vorauszusagen wagte, und bei Ardisch, welche Stadt er auf trockenem Boden in der unmittelbaren Nähe des hier sehr seichten Sees gelegen fand. Während zur Zeit der hohen Wasserstände die Strasse den an der Küste befindlichen Morast umgehen musste, konnte man nunmehr bereits mit Ausnahme der feuchtesten Jahreszeit den geraden Weg einschlagen. Auch die Karte seines Reisegefährten Glascott zu Brant's Aufsatz im 10. Band des Journal, die leider sehr klein gehalten ist, scheint insbesondere in der unverhältnismässigen Grösse der Halbinsel auf dem W.-Ufer und in dem stumpfen und flachen Ausgange des Sees nach NE. Anzeichen niederen Wasserstandes zu bieten.¹⁶⁾

In dem auf Brant's Anwesenheit folgenden Winter erhob sich der See jedoch über seine Ufer und erreichte nach 12 Monaten einen Wasserstand von nahezu 2 Yards (1·8 m) über dem bisherigen. In den folgenden zwei Jahren wiederholte sich dieser Vorgang, bis der See seine Strandlinie um den Betrag von 10—12 Feet (etwa 3 bis 3·7 m) erhöht hatte. Darauf soll der Wasserstand sich bis 1850 im Ganzen unverändert erhalten und dann erst eine langsame, aber merkliche Abnahme erfahren haben.

Loftus, welcher uns dies berichtet, hebt auch hervor, dass Ardisch im Jahre 1838 noch durch einen breiten Culturstreifen mit

¹⁵⁾ Southgate a. a. O., p. 244. Wilbraham, Travels in the Trans-Caucasian Provinces of Russia and along the southern shore of the lakes of Van and Urumiah, London 1839, p. 345, erwähnt das Dorf, welches gewöhnlich als Aka oder Aka-vank erscheint, unmittelbar am Rande des Sees, während es bei Brant hinter einer kleinen Halbinsel liegt. Diese letztere erscheint auch später auf den Karten von Layard und Millingen (und auf den gewöhnlichen Gerippen englischer Karten. z. B. zu Ainsworth, Travels and Researches) ziemlich bedeutend. Doch wage ich auf diese Halbinsel (wie auf die von Wan) nicht viel Gewicht zu legen, da Hommaire de Hell's Itinerarkarte und die russische Generalstabsaufnahme von Stebnitzki, von der wir hören werden, dass sie einem sehr niederen Stande des Seespiegels entspricht, von derselben nichts wissen und sie bei Kiepert. Nouv. carte générale in den W. des Ortes verschoben erscheint. Bedenken wir die Kürze der Zeit zwischen Wilbraham's und Brant's Besuche, wie später zwischen dem von Hommaire de Hell und Layard, welcher letztere auch die Ueberfahrt von Akavank nach Achtamar (Discoveries 412 f.) auf dieselbe Dauer beziffert (2 St.) wie Brant (386) — so darf uns auch die Möglichkeit nicht entgehen, dass diese flache Halbinsel je nach der Jahreszeit bedeckt oder frei gewesen sein mag. — Auch wenn die Entfernung des Ortes Urtab (SW.-Ende) von Brant 884 auf 1 mile, von Southgate, l. 228 auf $\frac{1}{4}$ Stunde veranschlagt wird, dürfen wir darin nur eine Uebereinstimmung beider Reisender und nicht etwa Anzeichen einer kleinen Veränderung erblicken. Doch wäre auch diese in beiden Fällen durchaus im Sinne der Brant'schen Angaben.

¹⁶⁾ Erstere ist auch in späteren Karten, wie jenen zu Layard und Millingen nachgezeichnet, aber dort nicht glaubwürdig. Eine Spitze bei Aldschiwias, welche die russische Karte und vorher schon Millingen aufweist, kennt Glascott-Brant nicht.

seinem Hinterlande verbunden, 1841 aber vollkommen Insel geworden war, und 1852, zur Zeit seines Besuches, wieder durch einen schmalen schlammigen Isthmus von $\frac{1}{10}$ mile (150 m) Länge während 8 Monaten im Jahre von der Landseite zugänglich erschien. Dieser war nach Versicherung der Einwohner seit 1841 beständig mit Wasser bedeckt gewesen, und zwar zur Zeit des jährlichen Maximums bis zur Höhe von 1 Yard (0.9 m). Um dieselbe Zeit hatte sich der See 1 mile (1.5 km) von der Mündung des Ardischflusses nach Norden vorgeschoben und so das Dorf Madghawank von der Verbindung mit der Stadt und von allem süßen Wasser abgeschnitten. Aehnlich erging es dem Dorfe Iskelle bei Wan, welches Schulz und Brant erwähnen, das aber zu Loftus' Zeit verlassen war und noch auf Blau's Karte (1857) fehlt. In Pargat am N.-Ufer, das 1838 noch 1 mile vom Ufer lag, gab die Kirche eine Art Pegel ab; sie stand zur Zeit des Maximums 4 Feet (1.2 m), zu jener von Loftus' Besuch nur mehr halb so tief unter Wasser.¹⁷⁾

Man kann also an der Allseitigkeit jener Anschwellung der Gewässer nicht zweifeln. Der Rückgang aber scheint mindestens stellenweise schon vor 1850 merklich geworden zu sein. Hommaire de Hell, der im Herbst 1847 den See besuchte, erwähnt mindestens in der Nähe des Schlosses von Wan, „10 Minuten vom See“, ein Stück Land, welches der See dauernd zu verlassen im Begriffe sei, und beschreibt eben dieselbe Erscheinung in der Gegend von Artemid, ohne darauf viel Gewicht zu legen.¹⁸⁾ Ausserdem spricht er von einem Kessel bei Göllü (S.-Ufer), der seiner Beschaffenheit nach zweifellos einst einen See gebildet haben müsse, — und in der That sah Wunsch 1882 denselben Kessel wieder vom Wasser des Wansees, mit dem ihn ein enger Canal verband, gespeist.¹⁹⁾ Diese Anzeichen geringen Rückganges, vielleicht die Wirkung eines einzigen trockenen Sommers, konnten jedoch den hohen Stand des Sees vorerst nur wenig beeinträchtigen. Derselbe findet auf Hommaire's Karte noch deutlichen Ausdruck und auch Layard (1849 und 1850) bestätigt ihn durch die Bemerkung, dass „auf einer zweiten Insel bei Achtamar“, also Ardier, Ruinen eines Schlosses sich befänden,²⁰⁾

¹⁷⁾ Quart. Journ. Geol. Soc., XI. p. 318 ff. 321 f. Pargat, sonst kaum genannt, ist 4 miles von Chorants entfernt. Iskelle oder Avants s. Schulz, Mem. 265.

¹⁸⁾ Hommaire de Hell, Voyage en Turquie et en Perse etc. 1846. 1847. 1848, Paris 1854 ff. (aus dem Nachlasse des Verfassers) IV. 101 f.: »des terres à la veille d'être complètement abandonnées par les eaux.«

¹⁹⁾ Hommaire. I. 502. Briefliche Mittheilung des Herrn Prof. Wunsch. Letzterer traf diesen Nebensee theils wasserführend, theils versumpft, zweifelte aber nicht, dass zur feuchten Jahreszeit auch der versumpfte Theil von Wasser bedeckt werde. Sollte dies der Kratersee sein, auf welchen Clayton (1879 bis 1881 in Wan) im Alpine Journal. XIII, p. 295 anspielt?

²⁰⁾ Es ist wohl das von Ibn Haukal (de Goeje p. 248) erwähnte Castell Achtamar.

welche durch die steigenden Gewässer zum Theil schon bedeckt seien.²¹⁾ Bis 1852 aber betrug nach Loftus' obigen Ziffern der Rückgang des Sees 0.6 bis 0.9 m, also höchstens etwas über den vierten Theil der Anschwellung von 1838 bis 1841. Wie lange derselbe sich noch fortsetzte, vermag ich leider nicht zu ermitteln, da es an genaueren Aufzeichnungen für die nächsten Jahre gebricht.

Strecker, der während eines 7jährigen Aufenthaltes in Hocharmenien — an der Wende der Fünfziger- und Sechzigerjahre — viele Erkundigungen einzog und auch verschiedene Aufzeichnungen über Reisen während der Jahre 1846 bis 1852 zur Verfügung hatte, den Wansee aber nicht selbst gesehen hat,²²⁾ hat die Ansicht, dass der See beständig zunehme, durch einige Beispiele unterstützt. Doch ist es schwer zu sagen, auf welche Jahre sich dieselben beziehen. Abgesehen von bereits besprochenen Angaben über die ältere Zeit,²³⁾ führt er einige Thatsachen an, die nach einer Bemerkung Kiepert's fast wörtlich von Nersch Sarkisean in der 1861 zu Venedig erschienenen armenischen Beschreibung seiner Reise von 1848 bestätigt werden, die sich also auf die Zeit vor diesem Jahre beziehen dürften. So die Mittheilung, dass nach Versicherung der alten Leute die Strasse um den See immer mehr landeinwärts hätte verlegt werden müssen und dass jüngere Leute dies für die „letzten 20—30 Jahre“ bestätigten, — wobei unklar bleibt, ob die Gegend von Wan oder das NE.-Becken gemeint sei. Dagegen dürfte Strecker spätere Zustände im Auge haben, wenn er sich auf das Zeugnis türkischer Officiere und des Dr. Auriema beruft, welche nach 2—3jähriger Abwesenheit in Folge eines Ansteigens des Sees um mehrere Fuss pro Jahr jedesmal zum Einschlagen neuer Wege genöthigt gewesen seien, und in Zusammenhang damit ein beständiges Vorrücken des Sees gegen die Stadt Wan schildert.²⁴⁾ Denn Dr. Auriema finden wir 1853, wahrscheinlich zum erstenmal, in dieser Stadt.²⁵⁾ Ausserdem versichert er, dass das bereits einmal genannte Adeldschiwas am N.-Ufer bereits halb unter Wasser stehe und bezeichnet Ardisch in dem

²¹⁾ Discoveries in the ruins of Nineveh and Babylon etc., London 1853, p. 415. Hommaire (I, p. 505 und Karte) erwähnt diese Insel kurz als unbewohnt. — Auf Layard's Karte (und daher auch bei Millingen) greift die oben (Brant) genannte Bucht von Wastan viel tiefer in's Land, als bei Brant und selbst Hommaire. Andererseits aber springt bei ihm die Halbinsel bei Wan weiter vor, als bei Hommaire; eine Folgerung ist hier wie dort kaum gestattet.

²²⁾ Kiepert in der Berliner Zeitschr. 1869, p. 521 n., 522. Peterm. Mitth. 1863, p. 257.

²³⁾ Ausser jenen über Gduts und Achtamar (s. oben Anm. 8) gehört hierher auch die allgemeine Behauptung, dass der See früher mehr Inseln gehabt habe. Zeitschr. 1869, p. 549.

²⁴⁾ Zeitschr. 1869, p. 549 f. Peterm. Mitth. 1863, p. 259 n.

²⁵⁾ Peterm. Mitth. 1863, p. 165. Rodler, Schriften des Ver. für Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien 1887, p. 548, hat offenbar Strecker's Berichte im Auge, wenn er sagt, der Wansee sei zwanzig Jahre nach Brant's Besuch über sein früheres Niveau gestiegen und habe sogar Dörfer unter Wasser gesetzt

früheren seiner Aufsätze als halb, in dem späteren als fast ganz überschwemmt.²⁶⁾

Eine Bestätigung finden Strecker's Angaben zum Theil durch die Wegkarte des Consuls Blau vom Jahre 1857.²⁷⁾ auf welcher Ardisch als Halbruine in's Wasser gesetzt, Iskelle, an dessen einstiger Stelle Blau nahe vorbeikam, nicht genannt, endlich der See nahe an die Stadt Wan herangerückt ist.²⁸⁾ Die nordöstliche Bucht des Sees läuft an der Mündung des Bend-i-mahi in eine Spitze aus, an welche die erste Brücke, zur Zeit Brant's 4 miles entfernt,²⁹⁾ bedeutend herangerückt ist. Dagegen erscheint aber Adeldschiwas nicht mehr oder noch nicht unmittelbar am Gestade.

Ueber den Zustand im Verlaufe der Sechzigerjahre werden die Zeugnisse noch spärlicher, theils weil das Interesse der Westländer für diese Gegenden abgenommen hat, und die Reisenden nur als Durchreisende erscheinen, theils aber wohl auch in Folge der Verbreitung der Strecker'schen Ansichten.

Millingen's Karte zu seinem zeitgeschichtlichen Werke scheint allerdings auf den ersten Blick eine ursprüngliche Quelle für die Verhältnisse um 1862 darzustellen, allein ihre einseitigen Uebereinstimmungen mit den Karten und Ortsnamen Jaubert's und Layard's lassen sie fast durchaus als abgeleitet erkennen, — und ich weiss nicht, ob man berechtigt ist, aus ihr auf eine Fortdauer des hohen Wasserstandes zu schliessen. Eher gewährt dazu die Nachricht desselben Verfassers, dass Wan nur einen Kilometer vom See entfernt sei, eine Handhabe.³⁰⁾

Dagegen bietet die Karte des russischen Generals Stebnitzki, welche die Zustände an der Wende der Sechziger- und Siebzigerjahre spiegeln dürfte, so vielfache Anzeichen niederen Wasserstandes, dass wir diesen für thatsächlich annehmen dürfen, ohne deshalb von der Ausführung der Karte durchaus befriedigt sein zu müssen.³¹⁾ An die felsige Halbinsel von Corp³²⁾ (S.-Küste), welche bei Hommaire

²⁶⁾ Peterm. Mitth. 1863, p. 259 n. Zeitschr. 1869, p. 550.

²⁷⁾ Peterm. Mitth. 1863, Tafel 7.

²⁸⁾ Die oben in einigen Anmerkungen erwähnte Halbinsel bei Wan, welche auf allen früheren Karten mit Ausnahme der Hommaire's erscheint und später in bescheidenem Masse bei Stebnitzki wieder auftritt, fehlt übereinstimmend bei Blau und Strecker (Peterm. Mitth. 1863, Tafel 9) und Kiepert ist ihnen gefolgt. — Das Fehlen der Insel Gduts bei Blau darf nicht auffallen, da er hier weit von der Küste abging.

²⁹⁾ Journ. R. Geogr. Soc., X, p. 401.

³⁰⁾ S. oben Anm. 14.

³¹⁾ Karte der asiat. Türkei, Kleinasien, Armenien und Nord-Kurdistan, zusammengestellt nach den neuesten Forschungen in militär-topographischen Werken des kaukasischen Militärkreises unter der Redaction des Generalmajors Stebnitzki, Tiflis 1870. Berichtigt nach den Forschungen bis 1878. 1 Zoll = 20 Werst (russisch).

³²⁾ Tsorp. So ist der richtige Name des Dorfes nach Wunsch (briefl. Mitth.); der in Büchern und Karten gebräuchliche Name Sorp aber wohl aus Verwechslung desselben mit dem nahen Kloster des heil. Johannes (Surp Karapiet) entstanden.

und Layard scharf abgegrenzt in den See vorspringt, ist hier im E. eine Ebene angegliedert, in welcher einige Dörfer liegen, wie vielleicht schon zur Zeit Shiel's und Brant's.³³⁾ Der Ort Göllü, etwas weiter gegen E., von welchem bereits die Rede war, scheint sogar nach der russischen Karte weiter landeinwärts zu liegen, als bei Brant.³⁴⁾ Die Halbinsel gegenüber von G d u t s zeigt gegen die früheren Karten eine bedeutende Verlängerung und eine eigenthümliche Verbreiterung an ihrem Ende. Ebenso hat sich der Strand wieder auf mehrere Werst von der Stadt Wan entfernt und im NE.-Busen weisen eine neu hervortretende niedere Halbinsel der Südküste und der vollkommen flache Abschluss gegen E. auf eine Verringerung des Wasserstandes hin.

Wenn auch A r d s c h i s c h wieder an die Uferseite herausgerückt ist und bei A d e l d s c h i w a s sogar Anfänge einer Halbinsel auftreten, so dürfen wir darin freilich nur die Ergebnisse der vom niederen Wasserstande besonders begünstigten³⁵⁾ Deltabildung der Flüsse erblicken. W ü n s c h führt es auf diese zurück, dass er 1882 im Herbst die erstere Stadt weit vom See entfernt und längs desselben von E. her zugänglich fand. Im Uebrigen zeigen seine Mittheilungen gegenüber den Berichten früherer Reisender³⁶⁾ und der russischen Karte einen neuerlichen hohen Stand des Sees. Bei W a s t a n erzählten ihm sogar die Leute, dass hier eine Ortschaft versunken sei, was freilich auch blosse Fabel sein kann. Bei Göllü aber fand er jenen Neben-see in Wirklichkeit vor, dessen einstigen Bestand Hommaire de Hell vermuthet hatte und die Halbinsel von C o r p selbst, sowie das östlich sich anschliessende Land zeigte durchaus bergige Beschaffenheit und steile Ufer. Das nordöstliche Ende des Sees aber traf W ü n s c h 1882 und 1883 wieder als eine ausgesprochene Spitze und bezeichnet die Lage der oben erwähnten alten Brücke, die er nach dem Dorfe

³³⁾ Millingen folgt auch hier Layard. Nach Hommaire de Hell, I, p. 501 f. bildet die Halbinsel eine grosse Bucht mit dem See (une vaste baie avec la côte), während Shiel (VIII, p. 70) den Ort nur an eine »kleine Bai des Sees« setzt, ohne von der Halbinsel als solcher zu reden. Auch Brant (X, p. 385) erwähnt blos die bergumschlossene »Ebene« von Surp. Sein Ort Dedebekreh scheint aber dieser Ebene der russischen Karte anzugehören.

³⁴⁾ Nach diesem (386) $\frac{1}{2}$ Stunde, nach der russischen Karte über 5 Werst. Von dem oben erwähnten kleinen See zeigt letztere keine Spur — und auch der Golf (cove. golfe) bei Elmali, W. von Corp, den Southgate, I, p. 230, und Hommaire, I, p. 500, kennen, ist auf derselben nicht wahrzunehmen. Doch ist derselbe auch auf Hommaire de Hell's eigener Karte nur schwach angedeutet.

³⁵⁾ Vgl. Credner, Die Deltas, p. 73 f. Gilbert, Lake Shores (im V. Ann. Report U. S. Geol. Survey) p. 111.

³⁶⁾ Ich weiss nicht, woher und aus welcher Zeit Reclus (IX, p. 376) die auffallende Nachricht hat, dass Achta mar nur 4 km vom Ufer liege. Ausser Southgate's (230) und Jaubert's (128) unbestimmten Angaben und der Bemessung der Ueberfahrt zu 2 Stunden besitzen wir Layard's (Discov. 405) ausdrückliche Versicherung, es seien 5 miles (7 5 km) dahin. Da Reclus über das angebliche Steigen des Wanses Jaubert, Sarkisean, Loftus, Auriema, Strecker und Millingen anführt, Sarkisean und Auriema aber nur aus Strecker's und Kiepert's Bemerkungen kennt, könnte die Nachricht leicht auf Millingen's »Wild life among Koords«, also in die Sechzigerjahre zurückgehen. — Sie findet sich übrigens bei Binder (Au Kurdistan 1887, p. 144) wieder.

Pischik-kümbet-köi nennt, als eine sehr zweckmässige, da sie die Ueberschreitung des Flusses so nahe am See, als möglich gestatte. Dieselbe könnte heutzutage nicht näher am See errichtet werden, da das zwischenliegende Gebiet versumpft ist.

Wünsch schätzt das Sumpf- und Schilfland an der Spitze, welches zwischen See und Fluss strittig ist, auf etwa 1 km, das Ufer des Flusses bis zur Brücke auf weitere 2 km, vielleicht etwas mehr, — wir dürfen also wohl sagen, dass das offene Wasser des Sees der Brücke heutzutage näher ist, als zur Zeit des Minimums von 1838, da Brant den Abstand auf 6 km bezifferte.³⁷⁾

Die Binder'sche Reise von 1885 scheint uns in derselben Richtung zu führen, wie die nach Wünsch verzeichneten Einzelheiten. Auch dieser Reisende ist von der Ueberzeugung durchdrungen, dass der See beständig, mindestens seit einem halben Jahrhundert, zunehme.³⁸⁾ Die Stadt Wan habe vor den Gewässern sich zurückziehen müssen, ihre letzten Häuser werden von den Wellen des Sees bespült. Nach Ansicht der Eingebornen habe der See einmal die Stadt ganz unter Wasser gesetzt, sich dann aber zurückgezogen und steige jetzt nur, wenn seine angeblichen Abflüsse in den Tigris sich verlegen. Da ich diese letztere Behauptung in der älteren Literatur nicht vorfinde, scheint sie sich in der That auf die Verhältnisse der Gegenwart zu beziehen und kann dann nur zur Bestätigung unserer Ansicht dienen, dass nach der Strecker'schen Hochfluth, die ein Maximum strengster Art bedeutet, eine Abnahme eingetreten, in den letzten Jahren aber neuerliche Schwellungen erkennbar geworden seien.³⁹⁾

Fassen wir alle Ergebnisse dieser Untersuchung zusammen, so gewinnen wir für den Wansee folgende Tabelle :

Ansteigen des Sees	nach 1710(?)
Rückgang	nach 1750(?)
Starkes Steigen	von etwa 1800 bis kurz vor 1820 (bezeugt um 1806)
Rückgang	von 1820? bis 1838 (bezeugt von 1827 oder 1828—1838)

³⁷⁾ Briefliche Mittheilung des Herrn Prof. Josef Wünsch. Bei Stebnitzki ist keine Brücke ausdrücklich angegeben und ebensowenig auf Iljin's Karte des Kaukasus (1 Zoll = 30 Werst, ohne Jahreszahl, doch nach dem Berliner Vertrag); allein auf diesen Karten überschreiten den Fluss zwei Wege, ganz nahe am See und die Strasse in der Lage unserer Brücke bei Pischgymow oder Pischgyw. Das Bestehen der ersteren, sowie die grosse Entfernung des Strassenübergangs vom See (über 6 km) bestätigen ebenfalls den niederen Stand zur Zeit der russischen Arbeiten.

³⁸⁾ Au Kurdistan, en Mesopotamie et en Perse. Paris 1887. p. 144. Die grosse NE.-Bucht soll einmal eine sumpfige Ebene gewesen sein; Achtamars Abstand vom Ufer zu 4 km, den Binder nicht aus eigener Beobachtung kennen lernte, scheint nach Reclus angegeben.

³⁹⁾ A. a. O., p. 130, 144. Les habitants prétendent que la ville a été autrefois complètement inondée par les débordements, que le lac s'est retiré et remonte, lorsque les débouchés souterrains etc. . . . s'engorgent.

Vorrücken	1838—1841
Stabiler Hochstand	1841—1850
Rückgang	von 1850 (1847?) bis mindestens 1852
Vorrücken und Hochstand Ende der Fünfziger-. Anfang der Sechzigerjahre	(bezeugt 1857, 1862?)
Rückgang Ende der Sechzigerjahre, Tiefstand in den Siebzigerjahren	(bis 1878?).
Vorschreiten von Ende der Siebzigerjahre an (bezeugt 1882/3, 1885).	

Da all' diese Bewegungen für mehr als einen Pegelpunkt, aber nur wenige als allseitig bezeugt sind, erscheint es geboten, auch die gelegentlichen Beobachtungen an den kleineren Seen der Nachbarschaft herbeizuziehen und zu sehen, ob dieselben Uebereinstimmung oder Widerspruch mit unseren bisherigen Ergebnissen aufweisen.

Diese kleineren Seen sind in gewissem Sinne dem Gebiete des Wansees zuzurechnen, da sie entweder unmittelbar in seinen Ufer-ebenen (so der Arrinsee und der von Sipan) oder doch innerhalb der Randgebirge liegen, welche sein Becken gegen die Quellen des Euphrat und des Tigris hin abschliessen, wie der Nazik Göl, Dil Göl, Keschisch Göl und Eldscheg Göl. Ja einige derselben scheinen ihren Ueberschuss mindestens zeitweilig dem Wansee zuzuführen. So erscheint der Nazik bei Kinneir 1813/4 wie bei Layard Ende der Vierzigerjahre als süsser See, der mindestens nach den Frühjahrsregen einen Abfluss besitzt. Während aber Kinneir denselben zu den sagenhaften unterirdischen Quellflüssen des Tigris rechnet, führt ihn Layard in den Wansee bei Achlat. Millingen bringt diesen Flusslauf ebenfalls und Kiepert's Karte von 1884 deutet ihn als wahrscheinlich an. Dagegen weiss die russische Karte ebensowenig von demselben, wie die preussische Aufnahme der Dreissigerjahre oder das Kärtchen von Brant-Glascott. Wollte man daraus den etwas raschen Schluss auf ein zeitweises Versiegen desselben wagen, so würden die Daten dafür mit jenen für die Minima des Wansees zusammenfallen.⁴⁰⁾ Allein wir wollen uns lieber bescheiden, auf eine solche Möglichkeit nur von ferne hinzuweisen.

Aehnlich steht es mit dem Dil Göl. Brant erklärt den Fluss von Adelschiwas für den Abfluss dieses Sees und findet hiefür bei Kiepert Gehör; Blau's Karte aber und die russische wissen nichts von einer solchen Verbindung und der erstere, welcher den See selbst besucht hat, hat Anspruch vor anderen vernommen zu werden. Wäre der Abfluss zur Zeit Brant's thatsächlich vorhanden gewesen, so hätten wir hier ein dem Wansee gegenüber entgegengesetztes Verhalten, — allein wir dürfen auch hier nicht vorschnell zu Werke gehen.⁴¹⁾

⁴⁰⁾ Layard, Discoveries, p. 20, 21 n.; Kinneir, p. 382. Der nahe gelegene Schello besitzt nach Layard einen Abfluss in den Murad, der aber der »preussischen« Karte fehle. Auch die neueren wissen nichts von demselben.

⁴¹⁾ Brant, J. R. G. S., X, p. 406; Blau, Peterm. Mitth. 1863, Tafel 7.

Genauere Angaben besitzen wir für den Arrinsee, der nach Brant nur 2 miles (3 km) vom Wansee entfernt ist. Er fand den Ort Arrin 1838 etwa 1.5 km (1 mile) von dem kleinen See entfernt, Loftus 1852 aber nur wenige Schritte vom Gestade. Letzterer erfuhr von den Anwohnern, dass das Wasser zugleich mit dem Ansteigen des Wansees um 7 Feet (2.13 m) gestiegen, seit 1850 aber zurückgegangen sei. In Chorants am westlichen Ende war seit diesem Jahre bereits ein Rückgang von 120 Schritt zu beobachten.⁴²⁾ Blau, der in der Nähe vorbeikam, setzt auf seiner Karte beide Orte wieder unmittelbar an den See, nimmt also ein Maximum desselben zugleich mit dem des Wansees an. Kiepert's Verarbeitung lässt nur Chorants, die russische Karte von Iljin keines von beiden Dörfern unmittelbar am See liegen. Wenn endlich Stebnitzki's Karte der kleine See gänzlich fehlt, obwohl die denselben umgehenden Strassenbogen angezeigt sind, so weiss ich nicht zu sagen, ob hier nur eines der nicht gerade seltenen Stich- oder Druckversehen dieser Karte vorliegt, oder der starke Rückgang des Wansees wirklich von einer vollständigen Austrocknung des kleineren Nachbarn begleitet war.

Der See von Eldscheg (Artschek) endlich soll nach Strecker's Versicherung⁴³⁾ „gleich dem Wansee in beständigem Zunehmen“ begriffen sein. Und obwohl der See von vielen Reisenden berührt wurde, ist es nicht so leicht, diese Behauptung einer Kritik zu unterziehen; die meisten jener Besucher sind eben nur Besucher, die an dem See nicht verweilten und daher enthalten schon unsere ersten Nachrichten Widersprüche. Die Karte zu Jaubert zeigt einen sonst nirgends nachweisbaren Abfluss in den Wansee, und Montheith nennt den Eldscheg einen Süsswassersee; Jaubert selbst aber traf ihn salzig.⁴⁴⁾ Hommaire de Hell im November 1847 sah den See durch eine Barre von geringer Erhebung, welche leicht von der Fluth des Frühjahres bedeckt werden konnte, in zwei Seen getheilt, von denen der östliche grössere an Salzgehalt den Wansee bei Weitem übertraf. Zehn Jahre später fand Blau im August diese Scheidewand mit so niederem Wasser bedeckt, dass Vögel darin waten konnten und bemerkte, dass sie in trockenen Sommern oft gänzlich zu Tage trete und so aus dem „westlichen Horn“ ein besonderer See werde.⁴⁵⁾ Auch auf Layard's Karte zeigt der See eine starke Einschnürung in der Mitte, welche bei den Späteren wieder verschwindet. Schon bei Millingen ist dieses „westliche Horn“ nicht mehr zu erkennen und wenn ich nach einem mir nicht zugänglichen Werke desselben Friedrich Millingen bei Reclus die Anmerkung finde, dass das ehemalige Ueberschwemmungsland des Eldscheg auf lange Jahre hinaus unfrucht-

⁴²⁾ Brant. J. R. G. S., X, p. 405; Loftus, Quart. Journ., XI, p. 321.

⁴³⁾ Peterm. Mitth. 1863, p. 259.

⁴⁴⁾ Jaubert, p. 363 (s. auch 140); Monteith, J. R. G. S., III, p. 51.

⁴⁵⁾ Hommaire de Hell, I, p. 517 f. (Seine Routenkarte ist hier im Widerspruch mit seinen Worten und erweist sich schon durch die übertriebene Entfernung des Ortes Artscheg vom See als irrig.) Blau Peterm. Mitth. 1863, p. 209 und Karte.

bar bleibe, so dürfte auch das auf Beobachtungen während einer neuerlichen Abnahme der Gewässer hindeuten.⁴⁶⁾

Wir hätten also zu Ende der Vierziger- und während der Fünfzigerjahre hohen Wasserstand zu verzeichnen, bei welchem die Bodenschwelle überspült und eine später wieder verlassene westliche Ausbuchtung des Sees gebildet wurde. Während der Sechzigerjahre, wie es scheint, etwas früher als am Wansee, tritt dann die Abnahme ein. Wenn nun Pauli⁴⁷⁾ vom November 1886 berichtet, dass das Wasser nur von schwach salzigem Geschmacke sei, dürfen wir vielleicht aus der Vergleichung dieser Angabe mit jener von Hommaire auf ein Anwachsen der Gewässer in den letzten Jahren schliessen, da hier die Jahreszeit und wahrscheinlich auch die Oertlichkeit, an welcher das Wasser untersucht ward, dieselbe war.⁴⁸⁾ Damit sind wir aber auch nahezu am Ende. Denn mindestens auf den mir vorliegenden Karten ist die Zeichnung des Sees und die Lage seiner Längsachse so abweichend, dass ich kaum eine derselben für das Ergebnis genauer Beobachtungen zu halten wage.⁴⁹⁾ Zudem vernehmen wir von beträchtlichen Jahresschwankungen⁵⁰⁾ und vermögen daher auch aus den Angaben über Entfernungen der Orte vom See wenig zu folgern: Karakündüz, das nach Hommaire de Hell unmittelbar am E.-Ende des Sees liegt, erscheint bei Pauli und schon auf der russischen Karte in derselben Lage; Eldscheg aber, welches zur Zeit des Wansee-Minimums nach Shiel etwa 3, und ein Jahr später nach Southgate + 5 km vom See lag, setzen Hommaire und die Karten von Strecker, Blau und Stebnitzki, wie wohl schon Jaubert, unmittelbar an den letzteren.⁵¹⁾

⁴⁶⁾ »Wild life among Koords« bei Reclus. IX. p. 333.

⁴⁷⁾ Mitth. der Geogr. Ges. zu Lübeck 1887. Heft 11. p. 86.

⁴⁸⁾ Wie wenig auf solche allgemeine Angaben über den Geschmack des Wassers mangels der beiden erwähnten Bedingungen zu geben ist, zeigen die gänzlich verschiedenen Angaben nahezu gleichzeitiger Reisender über den Göldschik (Dupré, I, p. 57. Kinneir bei Ritter, X. p. 102) und den Wansee (Shiel, J. R. G. S., VIII. p. 64. Southgate, I, p. 229. Wilbraham, p. 342. Brant, J. R. G. S., X. p. 403). Für den letzteren ergeben übrigens die Analysen von Hommaire (IV. p. 99) und Abich (Zeitschrift 1856) übereinstimmend etwa 2 Percent Salzgehalt.

⁴⁹⁾ Vgl. Pauli's Bemerkungen p. 86 f. gegen Kiepert's Karte. Die letztere lässt, wie sonst nur Shiel (J. R. G. S., VIII. p. 60), die Längsaxe von N. nach S. verlaufen. Die von Pauli hervorgehobene flache Beschaffenheit des südlichen Ufers zeigt schon Millingen's Karte, die hier selbständig erscheint. Blau's Zeichnung findet sich, mit Ausnahme des »westlichen Horns«, ziemlich genau bei Stebnitzki wieder — und diese beiden Karten zeigen auch das spitze Auslaufen des Sees nach E. von dem Hommaire a. a. O. spricht.

⁵⁰⁾ Siehe ausser Hommaire und Blau noch Pauli a. a. O.

⁵¹⁾ Shiel, J. R. G. S., VIII. p. 60. Southgate, I. p. 270. Hommaire, I, p. 517 f. Strecker, Peterm. Mitth. 1863, p. 259, Pauli a. a. O., p. 85. — Eldscheg als »nahe am Ufer« gelegen erwähnt Jaubert p. 363 und Wilbraham p. 362. Die Grösse des Sees ist bisher nur geschätzt worden; doch stimmen die Angaben Jaubert's, Wilbraham's und Southgate's im Ganzen überein; die russische Karte zeigt grösseren Umfang und Shiel übertreibt ebenso ungeheuerlich, wie dem Wansee gegenüber.

Daraus darf man vielleicht noch die besondere Raschheit der Abnahme in den Jahren 1836 und 1837 und eine geringe Verfrühung der derzeitigen Vorrückungsperiode gegenüber dem Wansee muthmassen. Im grossen Ganzen aber sehen wir auch an diesem See die Bewegungen des grossen Nachbarn sich wiederholen, wie an jenem von Arrin. Wir sind also auch berechtigt, die Gebirgs-Halbinsel zwischen den Quellgebieten des Euphrat und Tigris auch in Bezug auf die Seenschwankungen und ihre muthmasslichen klimatischen Ursachen als „Gebiet des Wansees“ zusammenzufassen und als solches den Einzugsbecken der beiden grossen Seen im nordöstlichen und südöstlichen Armenien entgegenzustellen.

II.

Ostarmenische und kleinasiatische Seen.

(Urmia, Göktscha, Göldschik, Tuz Göl u. s. w.)

Bezeichnet das Becken des Wansees gewissermassen das Herz des armenischen Hochlandes, wo die Berge des Taurus und der iränischen Randgebirge mit den Ausläufern des Kaukasus zusammenstossen. so gehört der mehr als 400 *m* tiefer gelegene, von Gebirgen weit weniger eingengte See von Urmia mit seinem weiten Einzugsgebiet, der geringen Tiefe und dem ungeheuern Salzgehalte bereits dem iränischen Stufenland und der nördliche, hochgelegene Göktscha inmitten seiner Gebirgsumrandung dem Gebiete des Kaukasus an. Gemahnt jener an das Wesen der Flachseen, welche das iränische Hochland und die turänische Niederung durchsetzen, so zeigt dieser noch weit mehr das Gepräge eines reinen Alpensees, als der wärmer gelegene und von grösseren Zuflüssen gespeiste Wansee. Beide erscheinen gewissermassen nur als die vornehmsten Vertreter eines ganzen Kranzes kleinerer Seen, welche sich an'sie anschliessen und ihre Eigenart widerspiegeln: Dort gegen Südosten flache, salzige Wasserbecken in den Ebenen, hier an den Wällen des Kaukasus tiefe und klare Süsswasserseen, welche die Hochthäler ausfüllen. In ähnlicher Weise, wie wir so aus dem Innern Armeniens, von der Wansee-Gruppe, nach Osten hin, den Gebirgszügen und ihren Längsthälern folgend, in andere Seengebiete übergeleitet werden, finden wir im Westen durch den Göldschik die Verbindung mit der Seenwelt hergestellt, welche sich zwischen die Züge des kleinasiatischen Taurus einschleibt. Wir wollen nach jeder dieser Richtungen hin einen Blick werfen, um zu beobachten, ob auch hier Spuren derselben oder ähnlicher Bewegungen sich finden, wie wir sie am Wansee verfolgt.

Der Erste, welcher am See von Urmia auf Verschiebungen der Küstenlinie aufmerksam wurde, war Morier gegen Ende des Herbstes 1811.⁵²⁾ Ihm wurde von einem Sendboten des Statthalters

⁵²⁾ Morier. A second journey through Persia, Armenia and Asia Minor etc., London 1818, p. 287 f. — Die persischen Schriftsteller berichten, dass der

an den englischen Gesandten, also gewissermassen einer „officialen Persönlichkeit“, mitgetheilt, dass quer durch den See von Urmia nach Tschawan (wohl das später berühmt gewordene Schischewan) sich ein Damm hinziehe, welcher gegenwärtig unter Wasser, dennoch aber deutlich zu erkennen sei und sich leicht zum Uebergang benutzen lasse. Wies diese Erzählung auf einen einstmaligen tieferen Stand des Seespiegels hin, so konnte Morier anderseits unzweifelhafte Anzeichen vom Fallen der Gewässer beobachten. Die frühere Insel Schahi war während der letzten zwei oder drei Jahre durch einen sumpfigen Isthmus mit dem Hauptlande in Verbindung getreten; und auch in der Ebene von Tschawan und dem Districte von Binâb (Deenab bei Morier) liessen sich in ausgedehnten Salzlandschaften Spuren der rückgängigen Bewegung erkennen. Aus all' diesen Wahrnehmungen in Verbindung mit der Ueberlieferung, dass der See einst an die umgebenden Berge herangereicht habe,⁵³⁾ schloss Morier, allerdings ohne scharf genug zwischen den jährlichen und jenen grösseren Schwankungen zu unterscheiden, auf häufige Veränderungen in der Tiefe des Sees, welche er dem wechselnden Stande der Zuflüsse zuschrieb.

Die genaue Untersuchung des Sees, zu welcher Colonel Monteith bei wiederholter Anwesenheit in den Jahren zwischen 1812 und 1829 Gelegenheit hatte,⁵⁴⁾ ergab weitere Anzeichen fortschreitenden Zurückgehens: Die Verbindung des Gebirgsstockes von Schahi mit dem Uferlande fand allerdings weder dieser, noch ein späterer Reisender wesentlich weiter vorgeschritten, als Morier, sondern eine Reihe von Zeugen bestätigt uns, dass er bis heute, im Frühjahre von Wasser umgeben, den grösseren Theil des Jahres eine Halbinsel bildet.⁵⁵⁾ Wohl aber

See bereits zweimal ausgetrocknet sei. Vgl. Polak, Mitth. der k. k. Geogr. Ges. Wien 1885, p. 521. — Dagegen scheint das auch von Rodler, Ver. zur Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien 1887, p. 575, erwähnte Versinken des Hulaku-Schlusses eher Folge einer Wegreissung durch Stürme, als einer Anschwellung der Wassermasse gewesen zu sein.

⁵³⁾ Dass diese Ueberlieferung für die historischen Zeiten keinen Werth besitzt, zeigen die Angaben des Istachri (p. 247) und Ibn Haukal (p. 248 de Goeje), wonach der See schon damals nur 4—5 Tagereisen lang und die Stadt Urmia dem Strande nicht viel näher als heute war (s. unten).

⁵⁴⁾ Monteith, J. R. G. S., III, 55 f. Er sagt, dass er den See wiederholt während seines Aufenthaltes in Täbris besucht habe; nun liegen aber von ihm meteorologische Beobachtungen in dieser Stadt aus den Jahren 1818, 1824, 1825 und 1829 vor.

⁵⁵⁾ Monteith a. a. O., p. 56: peninsula of Shahey which is sometimes an island — in fact, is so at present, if three inches of water constitute it, that depth extending round it. Ich weiss nicht, ob unter dem »gegenwärtigen Stande«, wie man meinen sollte, das Jahresmaximum oder der Stand irgend einer andern Zeit gemeint ist; weiss ich doch nicht einmal das Jahr bestimmt zu ermitteln, auf welches sich diese Angabe bezieht. Den jahreszeitlichen Wechsel in der Beschaffenheit Schahis bestätigen: Ker Porter (deutsche Uebersetzung im 62. Bd. der Neuen Bibliothek der wichtigsten Reisebeschreibungen, Weimar 1833), II, p. 434, 555; Moriz Wagner, Reise nach Persien und dem Lande der Kurden, Leipzig 1852, I, 331; Hommaire de Hell, IV, p. 108; Thielmann, Streifzüge im Kaukasus, Persien und der asiatischen Türkei, Leipzig 1875, p. 302; Schindler, Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1882,

vermochte Monteith an einem Stein, den er 1812 am Ufer getroffen hatte, bei seinem letzten Besuche einen Rückgang um 10 Feet (3 *m*) festzustellen. Er fand im Lande die Ueberzeugung verbreitet, dass der Wasserstand in Perioden von 30 Jahren falle und steige: letzteres aber nicht allmählig, wie die Abnahme, erfolge, sondern mit urplötzlicher Raschheit und Gewalt.

Fraser dagegen hörte 1834 nur von fortgesetztem Zurückgehen des Sees während der letzten Zeiten und vermochte auch seinerseits Belege für dasselbe vorzubringen. Der Rückgang, den er an mehreren Stellen zwischen seinem ersten Besuche 1822 und dem späteren von 1834 beobachtete, betrug etwa 450 *m* (500 Yards); insbesondere war ein Ort, „Sheraff Khaneh“, damals dicht am Wasser gelegen, nunmehr aber durch eine 90 *m* (100 Yards) breite Salzkruste vom See getrennt.⁵⁶⁾ Sollte dieser letztere mit dem Shiriff khane zusammenfallen, welches Ker Porter 1819⁵⁷⁾ 2¼ *km* abseits von der Küste fand, so würde allerdings die Möglichkeit stark in den Vordergrund treten, dass die Rückgangsbewegung um 1820 für etliche Jahre eine Unterbrechung erfahren hätte. Allein das bleibt eine blosse, unsichere Vermuthung.

Dagegen scheint bald nach 1830 allerdings eine neue positive Verschiebung der Strandlinie eingetreten zu sein.

Rawlinson⁵⁸⁾ erfuhr im Herbst 1838, dass der See, namentlich im SE. beständig zunehme, und auch ihm wurde wieder von dem alten Damm erzählt, auf dem einer seiner Gewährsmänner „vor 30 Jahren“ selbst den See durchwatet und dabei nie über 4 Feet (1.2 *m*) Tiefe gefunden haben wollte. Der Glaube an dieses märchenhafte Bauwerk rief sogar noch kurz vor dem Besuche unseres Reisenden vergebliche Ueberschreitungsversuche hervor, obwohl der Prinz Melik Kassim Mirza bei seinen Segelfahrten nie auf eine Spur desselben gestossen war.

Bestimmteres bietet uns der Missionär Perkins in Urumia, wenn er am 3. October 1839 in sein Tagebuch schreibt:⁵⁹⁾ „Die Eingebornen behaupten, dass in den letzten fünf bis sechs Jahren der Minimal-Wasserstand des Sees um einige Feet höher gewesen sei als früher, und einige fügen hinzu, dass sich vor dieser Zeit permanente Salzبانke an den Ufern aufhäufeten, welche jetzt unter dem Wasser begraben seien.“

p. 303; derselbe. Berliner Zeitschr. 1833. p. 335; Binder. Au Kurdistan. en Mésopotamie et en Perse, Paris 1837. p. 73; Pauli. Mitth. der Lübecker Geogr. Ges., Heft 11. p. 49, und Rodler. »Der Urmiassee« in: Schriften d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien 1887 (27. Bd.), p. 543 ff. — Bei diesen Verhältnissen kann man auch nicht allzuviel Gewicht darauf legen, ob die einzelnen Reisenden Schahi »eigentlich« als Insel oder Halbinsel betrachten.

⁵⁶⁾ Fraser. Travels in Koordistan and Mesopotamia etc. London 1840, I, p. 47 f., vornehmlich aber in dem mir nicht zugänglichen »Narrative of Khorasan« (p. 321) bei Ritter. IX. p. 955.

⁵⁷⁾ Deutsche Uebersetzung. II. p. 555 (1½ miles).

⁵⁸⁾ J. R. G. S., X. p. 8.

⁵⁹⁾ Perkins. A residence of eight years in Persia etc., Andover 1843, p. 394. —

Es ist wohl auch eine Folge dieses neuerlichen Anschwellens, wenn Hommaire de Hell 1847 den Ort Tassutsch am Nordufer nur 20 Minuten vom See traf, während er zur Zeit Morier's weit landeinwärts gelegen war.⁶⁰⁾ Doch muss schon um diese Zeit oder bald darauf ein abermaliger Rückzug des Wassers begonnen haben, da der eben genannte Perkins seinem Gaste Loftus im Jahre 1852 erzählen konnte, dass Salzgruben, die vor 18 Jahren (1834) am Strande angelegt worden seien, jetzt $\frac{1}{2}$ mile (0·8 km) landeinwärts lägen.⁶¹⁾

Nicolaus von Seidlitz im Jahre 1856 meinte dagegen wieder Anzeichen höheren Wasserstandes zu begegnen.⁶²⁾ Er bringt die eigenartige Behauptung vor, dass die Uferebenen im NE. „in Perioden von annähernd 12 Jahren“⁶³⁾ meilenweit vom Wasser des Sees überfluthet werden, wobei dann die Halbinsel Schahi zur Insel werde. Seidlitz fand noch Spuren hohen Wasserstandes in der Ebene und sah die Schahi in deren Nähe er selbst nicht kam, sie aber durch Luftspiegelung vom Südufer aus erblicken konnte, durch einen breiten Arm des Sees vom Festland getrennt, was für Mitte October merkwürdig genug ist. Im Uebrigen scheint der Wasserstand auch während seiner Reise kein sehr hoher gewesen zu sein.

Damit endet die uns vorliegende Beobachtungsreihe. Schon Loftus bezweifelte die Angabe seines Gastfreundes, weil er einerseits keine alten Strandlinien vorfand, anderseits aber den Versicherungen der Eingebornen, dass sich Niemand an eine Veränderung des Seespiegels zu erinnern wisse, vollen Glauben schenkte. Die Späteren aber schlossen sich theils seiner Ansicht von dem unveränderten Fortbestande des Seespiegels, theils der schon von Fraser, Ainsworth und Hommaire de Hell aufgestellten, von Ritter vertretenen Annahme fortwährender Verminderung⁶⁴⁾ desselben an.

⁶⁰⁾ Hommaire de Hell, I. p. 532; ihm folgt Kiepert's Karte, während bei Stebnitzki der Abstand Morier's ungefähr wiederkehrt. Vielleicht ist auch Wagner's Worten, dass »die Schahi in besonders trockenen Sommern Halbinsel werde« (I, p. 331), bestätigender Werth zuzuschreiben, insoferne als danach solche Sommer, später Regel, in den Vierzigerjahren selten waren. Allein seine Angaben über die Wassertiefe des trennenden Armes machen diese Deutung zweifelhaft (s. unten).

⁶¹⁾ Quart. Journ. Geol. Soc., XI. p. 307. Was Rodler im Allgemeinen (p. 546 f.) gegen die Beweiskraft dieser gewöhnlich im Ueberschwemmungsbereich angelegten Salzgruben bemerkt, findet hier kaum Anwendung, da Perkins, der vordem die gegentheilige Erscheinung beobachtet hatte und lange genug an Ort und Stelle war, um genau zu beobachten, vertrauenswerth erscheint.

⁶²⁾ Peterm. Mitth. 1858, p. 228, auch 230.

⁶³⁾ Ich glaube nicht, dass diese Ansicht auf irgend welchen, mir unbekanntem Beobachtungen beruht, welche Chanikoff oder Seidlitz zukamen, sondern halte sie für eine Fabelei der Anwohner, welche ja auch Monteith von einer dreissigjährigen Periode erzählt hatten. 12 und 30 sind eben geläufige, sozusagen runde Zahlen für orientalische Märchenbildung. Aehnliches glaubte man auch vom Kaspisee (30 J.), Fucino (7 J.) und Trasimen (30 J.).

⁶⁴⁾ Loftus, Quart. Journ. Geol. Soc., XI, p. 307; Fraser, Travels, II, p. 47; Ainsworth, J. R. G. S., XI, p. 60 f. und Travels and Researches in Asia Minor etc., London 1842, II, p. 301 f.; Hommaire de Hell, I, p. 534, vgl. Wilbraham,

So unterblieben denn weitere Beobachtungen und wir sind für die Verhältnisse der letzten 30 Jahre gänzlich auf Rückschlüsse angewiesen. Dieselben fördern jedoch angesichts des grossen Betrages der Jahresschwankung im flachen Sumpfgebiet der Ufer wenig Erhebliches zu Tage, so dass ich im Allgemeinen den Standpunkt Dr. Alfred Rodler's, eines der letzten Besucher des Urmiasees (1885), als den richtigen anerkennen muss. Derselbe gibt den Bestand derartiger Schwankungen, wie wir sie besprochen haben, zu, erklärt es aber auch für unmöglich, ihre Spuren aus der Beschaffenheit der Gegend bei rascher Durchreise zu erkennen. Sie werden von den Jahresschwankungen — und vielleicht auch von „Veränderungen des Niveaus von constanter Tendenz“ fast gänzlich verdeckt. Die Spuren einer Einwirkung auf Felsen, welche Blau 1857 im NW. (Tschobanly), die Tuffstufen, welche Schindler 1881 (Herbst) am E. Ufer bemerkte, scheinen mir auf ältere Hochstände des Sees hinzudeuten, für welche uns die Zeitbestimmung kaum möglich ist; andere Zeichen einer Einwirkung des Sees bedeuten wohl nur, wie es Rodler bezeichnend nennt, „einen Maximalanzeiger der Frühlings-Hochwässer“. ⁽⁶⁵⁾ Wichtiger dagegen erscheint mir eine Mittheilung des Letzteren, wonach der alte Ort Rahmanli im E. des Sees kaum einige Zoll über diesem und hart an der Grenze der Frühlings-Hochwässer liege, ohne dass man sich einer jemals stattgehabten Ueberschwemmung erinnere. Dies weist darauf, dass der Wasserstand der Achtzigerjahre besonders bedeutend gewesen sei — und in der That ergibt sich hiefür der Schatten einer Wahrscheinlichkeit. Eine Vergleichung der Schindler'schen Karte mit älteren Angaben zeigt nämlich für jene Zeit im Gebiete von Binâb etwa denselben Stand, wie ihn Rawlinson 1838, Thielmann 1872 vorfand und einen höheren, als zur Zeit Morier's und sogar jener des Herrn von Seidlitz. Und auch am Isthmus von Schahi scheint Schindler hohen Wasserstand getroffen zu haben. ⁽⁶⁶⁾

p. 378 und Ritter, IX, p. 930; H. Schindler, Verh. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1882, p. 304, spricht sogar von Auslaugung der Sohle durch den See!

⁽⁶⁵⁾ Blau, Peterm. Mitth., 1863, p. 201; H. Schindler a. a. O., p. 303 und Zeitschr. 1883, p. 335; Rodler, Schriften des Ver. zur Verbr. naturw. Kenntnisse 1887, p. 546, 548 f. und mündliche Mittheilungen.

⁽⁶⁶⁾ Houtum Schindler a. a. O. p. 335 und Karte 8; Thielmann p. 308 f. Der Damm, über welchen der Weg die Sümpfe NW. von Binâb durchquert, war schon Rawlinson (X, 10 des J. R. G. S.) bekannt und zu dessen Zeit mitunter wegen Schlamm und Abrutschung ungangbar. Seidlitz a. a. O. p. 230 scheint aber überhaupt kein Ueberschwemmungswasser vor Binâb getroffen zu haben. — Wüssten wir bestimmt, dass die 3 Zoll Wasserbedeckung des Isthmus von Schahi zur Zeit Monteith's (J. R. G. S. III, p. 56) das Jahresmaximum bedeuten, so liessen sich denselben die »1—2 Fuss« Wasser entgegenstellen, welche zur Zeit Schindler's im Frühjahr daraufstanden. Allein wir müssen vorsichtiger Weise darauf verzichten. (s. oben Anm. 55), da verschiedene Angaben die Jahresschwankung zu 2—3 Feet (0.9 m), »mehreren Fuss« oder 3—4 miles (4—6 km) Ausdehnung beziffern. (Vgl. Ker Porter II, 520, Perkins 393, Wagner, Reise nach Persien, I, 331, 333 f. II, 84, Thielmann 303 und Schindler a. a. O.) Wohl aber dürfen wir Wagner's Nachricht (I, 331), dass um die Mitte der Vierzigerjahre (1844?) der Isthmus kaum je mehr als 1½ Fuss Wasserbedeckung hatte, mit jener Schindler's zusammenbringen.

Am westlichen Ufer lassen sich verwandte Thatfachen beobachten: Die Entfernung der Stadt Urmia vom Strande wird von den neueren Karten, welche auf Quellen der Sechziger- und Siebzigerjahre beruhen, grösser angegeben, als von den älteren Reisenden, während Pauli, der Ende 1886 dort war, die Stadt wieder näher am See gefunden zu haben scheint.⁶⁷⁾ Derselbe Reisende fand auch das Dorf Magetelli (Miokatelli, Baghtelli) an der Halbinsel Karabagh, welches Ker Porter 3 km vom Gestade ansetzt, unmittelbar an dem letzteren und schon die Stebnitzki'sche Karte spiegelt eine ähnliche Beobachtung wieder. Dagegen erscheint in derselben Gegend der grössten Seetiefe die Felsenburg Gowerdschinkala nach Ker Porter, Monteith und Wagner im Winter auf einer vollständigen Insel, auf der Karte Stebnitzki's und in Pauli's Beschreibung vom November 1886 aber auf einer Halbinsel gelegen. Daran mögen freilich die Jahreschwankungen mit Schuld tragen;⁶⁸⁾ und ebensowenig dürfen wir übertriebenes Gewicht darauf legen, wenn Pauli den Tscharfluss so angeschwollen fand, dass er kurzweg von einem „Tscharsee“ spricht.⁶⁹⁾

Endlich sei noch angeführt, dass sich aus den Angaben Abich's und Vogt's über den Salzgehalt des Sees eine Zunahme der Wassermasse seit den Fünfzigerjahren zu ergeben scheint, allein auch hier die Ungewissheit über Jahreszeit und Oertlichkeit der zu vergleichenden Wasserproben der Sicherheit einer derartigen Schlussfolgerung beträchtlichen Eintrag thut.⁷⁰⁾ Auch aus den verschiedenen

⁶⁷⁾ Ibn Haukal ed. de Goeje 247 und Istachri ed. de Goeje 159 geben dafür 2 Farsang = etwa 13 km; Ritter, Erdkunde, IX. 951 »2 gute Stunden«. Eli Smith und Dwight, Missionary Researches in Armenia etc. London 1834 für 1830 (p. 387) »mindestens 15 km«, Monteith, J. R. G. S. III. 54 »16.5 km«; Marsh, The Tennesseean in Persia and Kurdistan, being scenes and incidents in the life of S. A. Rhea (+ zu Urumia 1865), Philadelphia (1869?) gibt auf p. 55 »bis zu 18 km«, eine Messung an Stebnitzki's und Kiepert's Karten der asiat. Türkei aber etwa 21 und 22 km; Pauli a. a. O. p. 64 aber hat nur »2 Stunden«. — Die Grösse des Sees (etwa 130 km l. 18–45 br., 4000 km²) ist bei den meisten Reisenden seit Morier bis Pauli so übereinstimmend angegeben, dass die Abweichungen zu keinem Schlusse für unsere Frage führen.

⁶⁸⁾ Ker Porter, II. p. 551, Monteith, J. R. G. S. III. p. 55, Pauli a. a. O. p. 55 ff., Wagner, II, p. 168 f. Kiepert's Karte verwechsell das bei Stebnitzki, Wagner und Pauli von den Ruinen gesonderte, eine starke Viertelstunde von denselben entfernte Dorf Gowerdschinkala mit denselben.

⁶⁹⁾ Pauli a. a. O. p. 72. (Charey river bei Monteith III, p. 54 u. A.). Wenn Binder Sept. 1885 bei Guiavilen (Gawalan) durch eine Strecke trockenliegenden Seebettes ritt (An Kurdistan p. 85), so erklärt sich dies auch wohl aus der Jahreszeit.

⁷⁰⁾ Abich bei Dove Ztschr. 1856, 196 ff.: 22.07% Salz. Vogt bei Pauli 54: 19.05% Chlornatrium, 0.98% Schwefelverbindungen, 0.52% Chlormagnesium, zusammen 20.55% feste Bestandtheile. Ker Porter, Travels in Georgia, Persia, Armenia etc. I, p. 245 sagt nach Browne, der See sei um ein Drittel salziger, als das Meer. Monteith p. 56, er sei doppelt so salzreich wie dieses. Allgemeines über die salzige Beschaffenheit desselben s. Morier, Sec. Journey p. 288. Southgate I, p. 314, Wilbraham p. 369, Perkins p. 169, Ainsworth J. R. G. S. XI. p. 60 f. u. s. w.

Angaben über die Tiefe des Sees⁷¹⁾ und seine Inseln⁷²⁾ komme ich zu keinen weiteren Ergebnissen, da nur Monteith's genauere Erforschung wirklich verlässliche Daten gibt.⁷³⁾ Dieser Reisende konnte feststellen, dass der Seeboden in flachen Stufenbildungen gegen die Mitte zu abfällt — vielleicht dass die einzelnen Böschungen alte Ufer darstellen! Von einer Vermehrung oder Abnahme einzelner Inseln erfahren wir nichts und wenn Reclus davon spricht, dass während der fortdauernden Abnahme des Sees einzelne Halbinseln sich mit dem Lande verbunden hätten.⁷⁴⁾ weiss ich seine Quellen nicht weiter zu verfolgen.

Suchen wir unsere spärlichen Ergebnisse für den See von Urmia zusammenzufassen, so ergibt sich Folgendes:

Kurz vor 1810 wurde eine Abnahme desselben merklich. Die, vielleicht um 1820 etwas unterbrochen, bis nach 1830 anhielt. Darauf folgte etwa 1834 eine Anschwellung der Gewässer, die bis gegen 1850 dauerte. Im Jahre 1852 waren Anzeichen niederen Wasserstandes, 1856 solche eines neuerlichen Ansteigens bemerkbar. An der Wende der Sechziger- und Siebzigerjahre scheint der Wasserstand gesunken, aber bald darauf, vielleicht schon 1872, wieder gestiegen zu sein: in den Achtzigerjahren (1881, 1885, 1886) finden sich einige Anzeichen, welche auf ein Maximum hinweisen, daneben freilich auch örtliche negative Veränderungen, so dass man einen Hochstand um die Wende des Jahrzehnts und darauffolgenden Rückgang vermuthen möchte. Allein wir sind überhaupt kaum berechtigt, die Bewegungen dieses See-

⁷¹⁾ Morier. Sec. Journey p. 284. Monteith J. R. G. S. III. p. 55. (Zunahme zwischen Urmia und der Insel bei je 3 km von 0.9 m auf 1.5, 2.4, 3.6, 5.5 und 6.7 m, bei Gowerdschin 13.7 m; wohl hieraus Reclus IX. p. 181. Mitteltiefe von 5 m). Southgate I. p. 314; Perkins p. 169; Rawlinson J. R. G. S. X. p. 7. Wagner. II. p. 136. Rodler. p. 544. Binder. p. 74.

⁷²⁾ Vgl. d'Anvilles Karte (nach dem türkischen Geographen, auf Quellen des 17. Jahrhunderts zurückgehend, vgl. L'Euphrate et le Tigre. Paris 1779, p. 103), die Karte zu Jaubert. Ker Porter deutsche Uebers. II, 461, 434 und Karte. Morier Sec. Journey, p. 288, Eli Smith, p. 348, Rawlinson J. R. G. S., X. p. 9. Hommaire de Hell, I, p. 531 und Karte — vornehmlich aber Monteith, J. R. G. S. III, p. 55, die Karten von Stebnitzki und Kiepert.

⁷³⁾ Chanikoffs, von Seidlitz a. a. O. so sehr gerühmte Aufnahme, welche Stebnitzki und Kiepert jedenfalls vorlag, konnte ich nicht einsehen, da mir die russische Literatur nicht zugänglich ist. Deshalb richtete ich auch auf eingehende Behandlung der älteren Angaben über die Inseln. Wohl aber glaube ich mich berechtigt, den Verdächtigungen gegen Monteith's Wahrheitsliebe entgegenzutreten, welche Seidlitz Pet. Mitt. 1858, p. 233 vorbringt. Seine Aufnahme des Göktscha und ihre Uebereinstimmung mit den Berichten aller Späteren beweist dieselbe zur Genüge. Und wenn der russische Naturforscher auch aus der angeblichen falschen Benennung der Inseln gegen Monteith einen Vorwurf erhebt, scheint er zu übersehen, dass der Prinz Melik Kassim Mirza gegen Ende der 30er Jahre zugleich mit dem Versuche, die Inseln zu besiedeln, denselben auch neue Namen beilegte (Rawlinson J. R. G. S. X. p. 9).

⁷⁴⁾ Reclus Nouvelle Géographie Universelle IX. 183. — Sollten hier Moriz Wagner's 4 kleine Felseninseln bei Gertschin (Gowerdschin kale II, p. 171) verstanden sein? Wagner bemerkt über diese: »nach Aussage unseres Führers fällt in besonders trockenen Jahren das Niveau des Sees so, dass auch diese Inseln mit dem festen Lande verbunden sind und zu Halbinseln werden.«

spiegels in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts anders, als in bescheidenen Klammern vorzuführen. Dem Wansee gegenüber erscheint die positive Bewegung vor 1850, sowie vielleicht jene der letzten Zeit etwas verfrüht; auch das Maximum, welches dort Jaubert zuerst wahrnahm, scheint hier bereits vor 1810 sein Ende erreicht zu haben, während es am Wansee wahrscheinlich bis in die Zwanzigerjahre dauerte.⁷⁵⁾

Wenden wir uns zu dem dritten der drei grossen armenischen Seen, dem G ö k t s c h a. Derselbe ist zwar gegenwärtig ein Süsswassersee und besitzt einen Ausfluss in die S a n g a, den Fluss von Eriwan, scheint jedoch ebenfalls beträchtliche Veränderungen in seinem Wasserstande erfahren zu haben.⁷⁶⁾ Monteith, der etwa um 1830 zuerst die Küsten dieses Sees verfolgte, bezeichnete den bereits von früheren Reisenden, wie Morier und Ker Porter genannten Abfluss des Sees als ein unbedeutendes Rinnsal, welches der Sanga nur den kleinsten Theil ihrer Gewässer zuführe und angeblich sogar künstlich angelegt sei, — während spätere Reisende, wie Moriz Wagner 1843, die Wasserarmuth dieses „natürlichen Canals“ nicht weiter erwähnen und in den Fünfzigerjahren sogar versichert wird, dass derselbe $\frac{1}{8}$ des dem See zukommenden Wassers in sich aufnehme.⁷⁷⁾ Ferner gibt Monteith die Entfernung des Ortes Toklidscha vom Gestade, welche bei Stebnitzki und Iljin kaum 2 Werst (etwas über 2 km) beträgt, zu 3 miles (4.5 km) und den von Wagner auf 1 Werst geschätzten Umfang der kleinen Klosterinsel Sivan ebenfalls zu 3 miles an, während er den Abstand dieser letzteren vom Ufer überraschend niedrig mit 1200 Yards (1080 m) beziffert⁷⁸⁾ — Alles überzeugende Beweise für den damaligen geringen Wasserstand.

Wenn aber Monteith und Dubois (1835) eine stärkere Einschnürung des Sees in seiner Mitte zeigen, als die russische, ältere Generalstabsaufnahme, so ist dies einfach Schuld der letzteren, welche überhaupt an Ungenauigkeiten litt und unter Andern auch die Sanga

⁷⁵⁾ Siehe oben p. 98 und Anm. 12. — Sollte weitere Forschung die von mir offen gelassenen Fragen nach einem Rückgang des Wansees um 1815 und einem Ansteigen des Urmiasees nach 1820 bejahen, was ich jedoch nicht für wahrscheinlich halte, so ergäbe sich eine weitere Uebereinstimmung, wieder unter Vorschreiten des südlichen Sees.

⁷⁶⁾ Schon zur Zeit Chardin's (18. Jahrh.) führte der See den Namen »süßes Wasser« und es wäre verwegen, auf Dubois de Montpéroux' (1835) Bemerkung hin, der seinen Geschmack am S.-Ufer »widerlich« nennt, auf brackische Beschaffenheit des Wassers zu schliessen. Die Späteren nennen es durchaus süß. Siehe Moriz Wagner, Reise nach dem Ararat und dem Hochland Armenien, Stuttgart 1848, p. 26; Bryce, Transcaucasia and Ararat, being the result of a vacation tour in the autumn 1876, London 1877, p. 169.

⁷⁷⁾ Morier, Sec. Journ., p. 336 f.; Ker Porter, Travels, I, p. 199; Monteith, J. R. G. S., III, p. 43; Wagner, Reise n. d. Ararat, p. 58; Overin (kaukasischer Kalender 1858) bei Woieikoff, Klimate der Erde (1887), II, p. 283.

⁷⁸⁾ Monteith, III, p. 40, 41, der auch die Tiefe des Sees als »geringe« bezeichnet; Wagner, p. 40.

und das schon 874 n. Chr. als Insel genannte Eiland Sivan nicht enthielt. Monteith's Angaben über die geringste Breite des Sees und die Thatsache der Einschnürung selbst werden von allen späteren Karten bestätigt. Auch wenn Ker Porter nur eine Insel im See (gegenüber dreien bei Moriz Wagner) kennt, ist dies auf seine Unkunde zurückzuführen: schon seine übertrieben geringe Schätzung des Umfanges zeigt, dass er nur von dem nördlichen Theile des Sees Kenntniss hatte.⁷⁹⁾

Mehr Gewicht möchte ich darauf legen, dass Bryce 1876 nur von einer „einzigsten Insel“ redet und die Karten von Iljin und Stebnitzki auch nur diese zeigen.⁸⁰⁾ Denn im Jahre 1879 fand Dr. Alexander Brandt, welcher den See und seine Umgebung zoologisch durchforschte, dass „während der beiden letzten Decennien“ ein Rückgang an demselben eingetreten sei: Breite Uferstreifen lagen entblösst und mehrere kleine Inseln, die „noch auf der neuesten Generalstabskarte“ angegeben waren, hatten sich zu einer kleinen Halbinsel vereinigt. Die Sanga hatte schon Bryce für einen kleinen Fluss erklärt, Brandt aber fand diesen Abfluss des Sees so unbedeutend, dass er meinte, man könne denselben in wenig Minuten mit der Hand zuschütten und vollkommen geneigt war, der Ansicht von seiner künstlichen Herstellung beizupflichten.⁸¹⁾ Es erscheint also auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der See gelegentlich wieder seinen Abfluss gänzlich einbüsst und so vielleicht in einen Salzsee sich verwandelt, was er schon früher einmal gewesen sein mag.⁸²⁾

⁷⁹⁾ Monteith, III, p. 40 und Karte; Dubois bei Wagner, p. 26; Wagner, p. 31 n. 41; Ker Porter. Travels. I. p. 199. Die geringste Seebreite beträgt nach Monteith 9 km, nach den Karten von Iljin und Stebnitzki etwa 8—9.5 km, nach jener von Kiepert nur etwa 7 km. An andern Stellen ist der See nach Monteith, p. 42, etwa 24 und 32, nach Al. Brandt (Zool. Anzeiger, II, p. 523 f.) 37 km breit; seine Länge beträgt etwa das Doppelte: 64 km nach Dubois (Wagner, p. 39), 71 nach Monteith, 73—75 nach den Neuere (Brandt a. a. O.; Bryce, p. 168; Radde in Peterm. Ergänzungsheft 36, p. 11; Stebnitzki; Kiepert). Den Umfang schätzte Chardin mit etwa 111, Morier mit 105, Ker Porter aber nur mit 45 km.

⁸⁰⁾ Bryce, p. 170. Auf Kiepert's Karte der asiatischen Türkei 1884 fehlt selbst die Insel Sivan, wohl nur aus Versehen.

⁸¹⁾ Brandt, Zoologischer Anzeiger, II, p. 523 f.: Bryce, p. 169. Schon der Letztere hatte Strandlinien bemerkt, dieselben jedoch ausschliesslich der jährlichen Bewegung zugeschrieben, welche an diesem See nach Woeikoff (Klimate der Erde, II, p. 283) etwa 18 cm beträgt. Brandt fand auch die Tiefe des Sees nicht über 110 m (361 F.), während sie zur Zeit Wagner's (p. 39) über 130 m (70 Faden) betragen haben soll; doch ist ein Sinken um volle 20 m kaum glaublich. Wenn Oliver St. John (s. Peterm. Mitth. 1877, p. 68) den See für abflusslos erklärt, so wird diese Angabe (Anfangs der Siebzigerjahre) durch die gleichzeitigen Erwähnungen des Abflusses bei Radde und Sievers (Peterm. Mitth. 1872, p. 370 ff. und wiederholt in späteren Bänden derselben Zeitschrift) als irrig nachgewiesen.

⁸²⁾ Vielleicht erklärt sich dadurch die geringe Artenzahl der im See lebenden Fische, die Brandt (Zool. Anz., III, p. 113) auffiel.

Ueber die letzten Jahre mangeln mir entsprechende Angaben:⁸³⁾ dagegen ist durch das Vorgesagte wohl zur Genüge dargethan, dass der Göktscha niederen Wasserstand in den Zwanziger- und Dreissigerjahren, dagegen ein Maximum um 1842 und ein anderes gegen Ende der Fünfzigerjahre besass. Der nach dem letzteren folgende Zeitraum des Rückganges war 1879 noch nicht beendet. Diese Bewegungen scheinen nahezu vollkommen gleichartig mit jenen am Wansee verlaufen zu sein.

Ueber einen anderen Süsswassersee des armenischen Berglandes, den fischreichen Ballik Göl, besitze ich keine ausreichende Kunde, doch deutet eine Bemerkung Moriz Wagner's darauf hin, dass auch an diesem See sich Schwankungen beobachten lassen.⁸⁴⁾

Der westlichste der armenischen Seen, gleich dem Wansee auf der Wasserscheide zwischen Euphrat und Tigris gelegen, sozusagen in eine Kluft derselben eingebettet, ist der Göldschik, dessen derzeitige hydrographische Verhältnisse zugleich mit einer Aufnahme seiner Ufer von Wunsch im Jahre 1883 eingehend untersucht worden sind.⁸⁵⁾ Merkwürdigerweise liegen über denselben nur solche Nachrichten vor, welche auf Anschwellungen der Gewässer hinweisen. Otter im Jahre 1737 erwähnt eine kleine Insel in der Mitte des Sees mit einem von Armeniern bewohnten Dorfe und dieselbe lässt Dupré October 1807 noch von etwa 50 Familien besiedelt sein.⁸⁶⁾ Mühlbach, der den See Mai 1838 zum erstenmal besuchte, spricht von dessen „jährlich zunehmenden Ueberschwemmungen“ und um dieselbe Zeit erscheint auf Ainsworth's und Moltke's Karten⁸⁷⁾ eine zweite Insel Hommaire de Hell im October 1847 erwähnt wieder nur eine Insel „mit Resten eines Klosters“ und erzählt, dass dort einst ein Dorf war, welches aber unter dem Wasser verschwunden sei.⁸⁸⁾

⁸³⁾ Denn wenn der Franzose Binder 1885 (Au Kurdistan, en Mésopotamie et en Perse, Paris 1887, p. 23) nach flüchtiger Berührung des Sees sagt: »des villages des quelques maisons bordent le lac et semblent s'y baigner«, so dürfen wir aus dieser Phrase ebensowenig auf neuerlichen Hochstand schliessen, als uns seine frühere Wendung über Sivan »une petite île, que l'on pourrait presque gagner à pied« berechtigt, auf eine Abnahme der Entfernung dieser Insel vom Gestade zu schliessen.

⁸⁴⁾ Reise nach Persien und dem Lande der Kurden, I. p. 304: »Vordem hatte er in seiner Mitte eine kleine Insel mit einer christlichen Kirche, von der aber heutzutage (Ende der Vierzigerjahre) nur noch die Ruinen aus dem Wasser hervorragten sollen.«

⁸⁵⁾ Wunsch in den Mitth. der k. k. Geogr. Ges. in Wien 1885, p. 1 ff. und Kärtchen auf p. 49.

⁸⁶⁾ Otter's Reisen, Uebersetzung von Schad, Halle 1789, II. p. 241 (im französ. Original, das ich für diesen Band nicht benutzen konnte, nach Ritter: II. p. 286). Dupré (anonym erschienen): Voyage en Perse, Paris 1819, I. p. 57.

⁸⁷⁾ Ritter, Erdkunde, X, p. 104, XI. p. 14 Ainsworth, Travels and Researches in Asia Minor, Mesopotamia, Chaldea and Armenia, London 1842, Karte auf p. 135 des I. Bandes.

⁸⁸⁾ Hommaire, I, p. 433: Jadis il y avait là un village, qui a été submergé. Sandreczki 1850 (Reise nach Mosul. Stuttgart 1858, I. p. 176) spricht von »ein paar kleinen Felseninseln«.

In „jüngster Zeit“ trat dann wieder ein ausserordentliches Anschwellen ein, welches Tozer (1879) ausdrücklich als Folge regnerischer Jahre bezeichnet.⁸⁹⁾ Mühlbach hatte gemeint, dass der See leicht „mit Ueberwindung eines Niveau-Unterschiedes von 70—80 Fuss“ in den nur eine Viertelstunde entfernten Quellarm des Tigris abgeleitet werden könne. Nach Tozer's Ansicht hätten sich nunmehr die Gewässer des Sees wirklich bis zu einer Felsenbresche erhoben, die ihnen den Weg in jenen Bach eröffnete, und erst später wäre ihr Ueberfliessen durch einen künstlichen Durchstich geregelt worden. Auch Wunsch wurde Aehnliches erzählt, zugleich aber fand derselbe Spuren einer versuchten, aber bald wieder aufgegebenen Ableitung des Sees in entgegengesetzter Richtung zum Murad-Nebenflusse Bokydere hin.⁹⁰⁾ durch welche ebenfalls Wasser vom See absickert; und es liegt der Gedanke nahe, dass der Durchstich zum Tigris erst nach und in Folge der Verwerfung des anderen Projectes ausgeführt worden sei. Jedenfalls aber war die Wirkung dieser beiden neuen Abflüsse eine Regelung des Seespiegels, in Folge deren der Stand der letzten Hochwasser nicht leicht mehr überschritten werden kann, ein Rückgang des Wasserstandes aber umso eher sinnenfällig zu werden vermag.

War nun aber jenes Anschwellen des Sees, von welchem Mühlbach, Hommaire, Tozer und Wunsch berichten, wirklich eine einzige ununterbrochene Bewegung, oder lassen sich Unterbrechungen derselben vermuthen, welche nur durch die Ungunst der Verhältnisse unserer Kenntniss entzogen wurden? Wunsch tritt für die erstere Ansicht ein und erbringt mindestens den Beweis, dass das letzte Ansteigen sich bedeutend über die letzten vorangegangenen Maxima erhob. Er fand nämlich am Nord-Ufer bei Hafis ungefähr 50jährige Bäume in der Nähe des Ufers etwa 1 m tief im Wasser stehend und zum Theil noch nicht verdorrt. Wichtiger aber ist seine Mittheilung, dass alte Leute sich an eine allmälige Abtrennung des Inselchens beim Dorfe Göldschik zu erinnern wissen. Ursprünglich sei man zu der dort befindlichen alten Kirche trockenen Fusses gelangt, später über Steine, die man in's seichte Wasser legte und endlich sei eine vollkommene Insel entstanden.⁹¹⁾ Da nun Wunsch auf dem zweiten Inselchen bei Berwi keine Spur einstiger Ansiedlungen wahrnehmen konnte,⁹²⁾ scheint es mir nicht zu kühn, jenes von Göldschik mit der Insel gleichzusetzen, von welcher Otter, Dupré und Hommaire be-

⁸⁹⁾ Henry Fanshawe Tozer. Turkish Armenia. and Eastern Asia Minor. London 1881. das ich nicht erhalten konnte, nach Reclus, IX. p. 388.

⁹⁰⁾ Wunsch a. a. O., p. 8 und 12.

⁹¹⁾ Wunsch a. a. O., p. 15 f.

⁹²⁾ Briefliche Mittheilung des Herrn Prof. Wunsch. Nach derselben liegen beide Inselchen näher an der Küste und sind beide kleiner, als auf der Karte zu Wunsch' Aufsatz ausgedrückt ist. Von manchen Standpunkten im Randgebirge des Sees fielen sie mit der Küste zusammen — und so erklärt sich leicht, dass flüchtige Durchreisende die eine oder die andere übersehen konnten.

richten und an welche sich die Ueberlieferung vom Versinken eines Dorfes knüpft. In diesem Falle aber würde sich die Folge der Ereignisse so darstellen, dass eine Insel, die 1807 noch einen gewissen Umfang besass, durch Hochwasser vor 1847, wahrscheinlich aber um Mühlbach's Zeit, eingeschränkt wurde, später wieder verlandete und neuester Zeit allmählig vom Ufer sich abtrennte. Das zweite Inselchen aber mag durch jene Ueberschwemmungen der Dreissigerjahre zuerst vom Gestade losgerissen worden sein.⁹³⁾ Will man dieser Vermuthung nicht beipflichten, so bleibt immer noch auffällig, dass das von nicht klimatischen Ursachen bedingte fortwährende Anschwellen des Sees am entschiedensten in denjenigen Zeiträumen zu Tage tritt, welche (wie 1838—1850 und die Wende des letzten Jahrzehnts) am Wansee Hochwasserstände bezeichnen. Und darin muss man doch wohl eine Wirkung besonders niederschlagsreicher Jahre erkennen!

Es wurde bereits erwähnt, dass der Göldschik den Uebergang zu den Seen Kleinasiens bildet — und wenn mir auch meine beschränkte Zeit nicht gestattete, die letzteren in vollem Masse in den Rahmen dieser Untersuchung einzubeziehen, muss ich doch mit einigen Worten auf sie hinweisen. Neben der grossen Menge von Süsswasserseen mit beständigem Abfluss müssen wir hier auch einige scheinbar abflusslose Seen absondern, welche zeitweise durch unterirdische Canäle ganz oder theilweise entleert werden, so z. B. den See von Eregli,⁹⁴⁾ dann jenen kleinen See, welcher den Abfluss desjenigen von Egerdir aufnimmt,⁹⁵⁾ endlich den Soghla Göl, welcher den Abfluss des Sees von Beischehr empfängt.⁹⁶⁾

Andererseits aber scheinen einige derselben trotz süssen Wassers keinen eigentlichen Abfluss zu besitzen und bedeutenden Schwankungen unterworfen zu sein, wie die beiden durch einen Fluss mit einander verbundenen Eber Göl und Akschir Göl⁹⁷⁾ und jener von Ilghun, der um das Jahr 1840 aus zwei mit

⁹³⁾ Siehe indess Anm. 88 und 92. — Ueber den Salzgehalt des Göldschik vgl. ausser den Anm. 48 genannten Stellen Wunsch a. a. O., p. 14.

⁹⁴⁾ Wilson in Proc. R. G. S. new ser. VI, p. 308 f.; Hamilton im J. R. G. S. VIII, p. 154. Von 1879—1882 trocknete er nahezu gänzlich aus. Tschihatschew's Reiserouten erwähnen ihn nicht.

⁹⁵⁾ Hamilton. J. R. G. S. VII, p. 58 f. (1836), Tschihatschew's Reiserouten in Peterm. Ergänzungsheft 20, p. 13 und 52 (1848 und 1853), Hirschfeld, Berliner Zeitschr. 1879 p. 296 f., Wilson a. a. O., p. 308.

⁹⁶⁾ Hamilton. J. R. G. S., VIII, p. 156, Wilson a. a. O., p. 308, Hirschfeld a. a. O., p. 294. Tschihatschew a. a. O., p. 16 f. (1848) sagt, dass er seit zwei Jahren grösstentheils trocken liege und beackert werde. Wenn er (p. 17) einen Abfluss im Tschartschembesu sucht, ist dies irrig. — Hamilton (Proc. R. G. S., III, 106) sprach einmal sogar aus, dass derartige Seen alle 3—4 Jahre ganz austrocknen. Siehe auch die neueren Karten (Stebnitzki und Kiepert).

⁹⁷⁾ Olivier. Voyage dans l'Empire Othoman etc., Vol. III, Paris (1807), p. 493 f.; Ainsworth. J. R. G. S., X, p. 493, welcher auch erwähnt, dass der See für salzig gehalten wurde; Hirschfeld (1874) a. a. O., p. 295.

einander verbundenen Becken bestand, im Jahre 1853 aber gänzlich ausgetrocknet war.⁹⁸⁾

Ein ähnliches Verhältnis dürfte bei den Sumpflachen von Develi Karahissar vorwalten⁹⁹⁾ — und der See von Beischehr scheint sogar gelegentlich, wenn sein Abfluss in den Soghla Göl aufhört, die Beschaffenheit eines Salzsees anzunehmen. Darauf weist die von Hamilton mitgetheilte, seiner Meinung nach irrige Angabe des Reisenden Paul Lucas, dass er dort Salz sammeln sah, und die Nachricht Tschihatscheff's, dass sein Wasser 1848, als der Soghla trocken lag, etwas brackischen Geschmack zeigte. Ja dem Letzteren wurde sogar von Anwohnern erzählt, dass der See erst in neuerer Zeit plötzlich entstanden sei und mehrere Dörfer verschlungen habe, die man bei klarem Wetter noch am Grunde zu erkennen vermöge, während der See doch schon im Alterthum bekannt war. 1837 aber und 1874 fanden Hamilton und Hirschfeld sein Wasser süß¹⁰⁰⁾

Endlich finden wir auch eine Reihe von eigentlichen Salzseen, unter welchen der ausdrücklich so benannte „Tuz Göl“ von Kotsch Hissar hervorzuheben ist.¹⁰¹⁾ Derselbe scheint jedoch sehr grossen Jahresschwankungen ausgesetzt zu sein, da schon Hamilton und Ainsworth von einem Damm durch seinen nördlichen Zweig erzählen, welcher in trockenen Sommern gangbar sei und der Letztere sein vollständiges Austrocknen im Sommer für die Regel erklärt. Tschihatscheff aber berichtet, dass im Sommer eine Salzkruste von 0.05 bis zu 2 m Dicke fast unmittelbar auf dem Boden des Sees liege, während sie im Winter zwar auf der Wasseroberfläche schwimme, jedoch stark genug sei, um einen Uebergang zum anderen Ufer zu gewähren — und Hirschfeld 1874 sagt, dass der See immer mehr zusammenschumpfe.¹⁰²⁾ In seiner Nachbarschaft befindet sich eine Anzahl kleinerer Salzseen, unter welchen der Muradsu Göl und der Köpek Göl am ehesten zu nennen sind¹⁰³⁾

⁹⁸⁾ Olivier, III, p. 492; Hamilton (J. R. G. S., VIII, p. 144) Sommer 1837 fand nur einen See, Ainsworth (J. R. G. S., X, p. 494) aber deren zwei und Tschihatscheff (a. a. O., p. 52) Sommer 1853 nur das trockene Bett eines Sees.

⁹⁹⁾ Ainsworth, J. R. G. S., X, p. 306. Tschihatscheff a. a. O., p. 9 und 14.

¹⁰⁰⁾ Hamilton, J. R. G. S., VIII, p. 156. Tschihatscheff a. a. O., p. 8 (Abfluss vorhanden, verliert sich jedoch in Sümpfen). Hirschfeld a. a. O., p. 295.

¹⁰¹⁾ Hamilton (August 1837), J. R. G. S., VIII, p. 146 f.; Ainsworth (April 1839), J. R. G. S., X, p. 291 f., 296, 298; Travels and Researches, I, p. 184 f., 195 f. — Tschihatscheff (Juni 1849) a. a. O., p. 32; Hirschfeld, Berliner Zeitschrift 1879, p. 294; Wilson (reiste 1879—1882), Proceed. new ser., VI, p. 308.

¹⁰²⁾ Erwähnt mag auch sein, dass Hamilton die Stadt 5 miles vom See ansetzt, Ainsworth aber (zur Zeit des beinahe erreichten jährlichen Maximums) nur 3 miles. Man darf daraus wohl eher für den Betrag der Jahresschwankung Schlüsse ziehen, als für eine Vorwärtsbewegung des Sees zwischen 1837 und 1839.

¹⁰³⁾ Ainsworth, J. R. G. S., X, p. 295 (Travels, I, p. 188). Nach Tschihatscheff (a. a. O., p. 30) 1849 sind sie ebenfalls mit einer schwimmenden Bittersalzkruste bedeckt.

Der Salzsee von Tuzli Hissar soll im Sommer ebenfalls austrocknen¹⁰⁴⁾ und ich weiss nicht, ob jener von Buldur¹⁰⁵⁾ und sein Nachbar, der Tschuruk Göl,¹⁰⁶⁾ eine Ausnahme von dieser Regel bilden.

Dieser grosse Spielraum der jährlichen Bewegung muss die Verfolgung solcher Schwankungen, die sich über einen grösseren Zeitraum erstrecken, bedeutend erschweren. Trotzdem glaube ich, schon nach einer flüchtigen Vergleichung der wenigen genannten Reisewerke und der Karten von Kiepert¹⁰⁷⁾ und Stebnitzki diese Aufgabe nicht für unlösbar halten zu sollen, wenn dieselbe auch weitläufige Arbeiten erfordert. Und es wäre nicht der kleinste Erfolg dieser so sehr der Ergänzung bedürftigen Zusammenstellung, wenn sie einen Kenner der einschlägigen Literatur dazu zu bewegen vermöchte.

III.

Vermuthliche Ursachen der Schwankungen des Seespiegels; klimatische und Gletscherveränderungen.

Mannigfach sind die Erklärungsversuche, welche die einzelnen Reisenden für ihre Beobachtungen vorgebracht haben. Von denjenigen, welchen die Voraussetzung einer fortgesetzten Zu- oder Abnahme zu Grunde liegt, können wir nun freilich absehen — denn auch die unbestreitbare Erhöhung des Seebodens durch Flussablagerungen und Uferzerstörungen erreicht bei abflusslosen Seen nicht jene hohe Bedeutung, welche ihr in den Süsswasserseen zugestanden werden muss, wo sie mit einer beständigen Zunahme des Wasserabflusses Hand in Hand geht. Meine Berechnung, dass sie an dem flachen Tsadsee erst in 300 Jahren eine Anschwellung um einen Meter zu bewirken vermag, und die Angabe bei Rivera und Brisse, dass sie am Lago Fucino etwa 26—30 cm für das Jahrhundert betrug,¹⁰⁸⁾ berechtigen mich

¹⁰⁴⁾ Ainsworth, J. R. G. S., X, p. 311 und Appendix zu Chesney's »Narrative of the Euphrates Expedition«, London 1871, p. 528.

¹⁰⁵⁾ Hamilton, J. R. G. S., VII, p. 59; Tschihatscheff (1853) a. a. O., p. 51; Hirschfeld a. a. O., p. 307; Wilson, Proc. R. G. S. new ser., VI, p. 308.

¹⁰⁶⁾ Hamilton, J. R. G. S., VII, p. 60; Wilson a. a. O., p. 306; Hirschfeld a. a. O., p. 306. Stebnitzki's Karte lässt ihn, wie auch einen Theil des Birschehr von Strassen durchschnitten werden und legt so Zeugnis von der Grösse seiner Jahresschwankung ab. Er heisst auch Adschituz (Bittersee). — Kleinere Salzseen werden von den Reisenden wiederholt erwähnt, so der (brackische) von Mermere und der bei Kirschehr.

¹⁰⁷⁾ Zu Tschihatscheff 1867 (Peterm. Ergänzungsheft 20) und die Nouvelle carte générale des provinces Asiatiques von 1884.

¹⁰⁸⁾ Jahresbericht des Vereins der Geographen a. d. Universität Wien, 1887, p. 42 f. Brisse et Rotrou, Le Lac Fucin. Rome 1876, p. 10 f. Kramer, Der Fucinersee. Berlin 1839, p. 50.

wohl, bei Betrachtung weitaus kürzerer Schwankungen von ihren Wirkungen abzusehen. Ob diese langsame Ausfüllung des Seebeckens am Göldschik in Folge besonders begünstigender Umstände jene Bedeutung gewinnen konnte, die ihr Wünsch zuschreibt und ob also dieser See nach der nunmehrigen Regelung seiner Abflussverhältnisse ebenso rasch einer Ausseichtung unterliegt, als er zur Zeit seiner vollen Geschlossenheit anschwell — werden uns künftige Messungen seiner Tiefe in Vergleich mit den von Wünsch vorgenommenen leicht zeigen können.

Auch derjenige Erklärungsgrund, auf welchen man bei heftigen Spiegelveränderungen eines Sees zunächst zu verfallen pflegt, die Annahme unterirdischer Abflüsse, ist für unser Seengebiet nicht zulässig. Man hat zwar in verschiedenen Tigrisquellflüssen, dem Bitlitschai und dem Möchs- oder Mökössu, Abflüsse des Wansees vermutet, allein deren klares, salzfreies Wasser widerlegt alle derartigen Märchen der Anwohner.¹⁰⁹⁾ Unterirdische Zuflüsse von geringer Bedeutung fehlen dem Wan- und Urmiasee so wenig, wie irgend einem anderen Gebirgssee, welcher eine Senke verwandter Art ausfüllt. Allein auch die Schwankungen im Wassergehalte dieser Quellen sind nur der vielleicht etwas verspätete Ausdruck der Niederschlagsschwankungen im Einzugsgebiete des Sees.¹¹⁰⁾ Eine unterirdische Verbindung zwischen Wan- und Urmiasee, wie sie Loftus nach dem seiner Meinung nach ganz verschiedenen Verhalten beider Seen einen Augenblick lang für möglich hielt,¹¹¹⁾ wird, abgesehen von allen anderen Gründen, welche die Betrachtung der Karte an die Hand gibt, durch die allgemeine Uebereinstimmung der Bewegung an beiden Seen äusserst zweifelhaft gemacht — und eben diese Gleichmässigkeit der beobachteten Erscheinungen stellt sich auch der Annahme vulcanischer Ursachen oder einer örtlichen Hebung hindernd in den Weg.

Schon Loftus hält daher dem später wieder von Strecker versuchten Hinweise auf eine umfassende Erdbebenthätigkeit mit Recht den Umstand entgegen, dass bei den Ueberschwemmungen jedesmal auch die Inseln mit unter Wasser gesetzt wurden.¹¹²⁾ Die gelegentliche Mitwirkung örtlicher Störungen in einer so erdbebenreichen Gegend darf nun freilich nicht unbedingt abgelehnt werden, allein sie genügt nicht, eine so allgemeine Bewegung zu erklären. Das fühlten einerseits Perkins, Fraser und Loftus, andererseits Strecker recht wohl und sie wiesen daher neben den besonderen Ursachen auch auf die Wirksamkeit allgemeiner Klimaverhältnisse hin — jene, indem sie die Grösse der Verdunstung am Urmiasee zu Rathe zogen, um

¹⁰⁹⁾ Strecker 551, Peterm. Mitth. 260 n. Zeitschr. 1883, 392, vgl. Taylor J. R. G. S. 1865. 49. Reclus IX, 330, Binder 144. Sagen bei Loftus 319. Brant 402 u. ö.

¹¹⁰⁾ Vgl. Strecker 552, Loftus 320, Reclus IX, 183.

¹¹¹⁾ Qu. Journ. Geol. Soc. XI, 320 f.

¹¹²⁾ Strecker 550. Loftus 319.

dessen geringen Stand zu erklären, dieser, indem er das fortgesetzte Anschwellen des Wansees aus der allmählichen Anhäufung der zuströmenden Wassermengen ableitete, mit welchen die Verdunstung nicht Schritt halten könne. — Bestimmt auf Klimaschwankungen als Erklärungsgrund für die von uns besprochene Erscheinung wies erst Rodler¹¹³⁾ hin; allein auch er gönnt daneben mindestens für den Urmiasee den Umgestaltungen durch die Culturthätigkeit des Menschen mehr Beachtung, als dieselben nach meiner Ansicht verdienen.

Schon Rawlinson hatte die Zunahme des Urmiasees dadurch erklärt, dass dessen grosse Zuflüsse vordem fast gänzlich zur Bewässerung der Felder aufgewendet worden seien, in Folge des Rückganges der Cultur aber nunmehr dem See fast ungeschwächt zukämen und so seine Wassermenge steigerten. Anderer Meinung waren Fraser und Ainsworth, nach deren Ueberzeugung der See „seit Menschengedenken“ in Abnahme begriffen war — und schon der erstere wies darauf hin, dass dieser Rückgang trotz und zugleich mit einer Verriegerung der Culturen in den Uferlandschaften erfolgt sei.¹¹⁴⁾ Obwohl ihm Alles, was wir von der Geschichte dieser letzteren wissen. Recht zu geben scheint, leitete doch Hommaire de Hell wieder die auch seiner Ansicht nach andauernde Verminderung des Urmiasees von einer Zunahme der Cultur, der Irrigationen und Buchtabdämmungen im Laufe der Jahrhunderte her, deren Wirkungen durch jene der zunehmenden Entholzung verstärkt worden seien. Reclus bildet diese Ansicht zu ihrem Extrem weiter. Er berechnet, dass der See, wenn ihm die Niederschläge seines Einzugsgebietes völlig entzogen würden, um die Hälfte seiner derzeitigen Wassermasse verkürzt wäre und meint, damit bewiesen zu haben, dass die menschliche Culturthätigkeit an Bedeutung die klimatischen Factoren übertreffe. Nun können wir allerdings aus Houtou Schindler's Berichte entnehmen, dass in der letzten Zeit Menschenhände beträchtlich zu Ungunsten des Sees wirksam waren — allein eben daraus können wir auch ersehen, dass dieselben immer nur einen verhältnismässig geringen Theil des Wasserzuflusses dem See entziehen und dass Reclus ihre Wirksamkeit überschätzt.¹¹⁵⁾

Man darf nicht übersehen, dass gerade die Zeit, in welcher Rawlinson die Zunahme des Sees von der Abnahme der Ackerbewässerung herleitete, in Wahrheit für Aderbeidschan eine Blüthezeit bedeutet, nach welcher wieder Unruhe und Verwirrung folgte, man also

¹¹³⁾ Fraser II. 47 f., Perkins 169. Loftus 320. Strecker 550, Rodler a. a. O. 548 f.

¹¹⁴⁾ Rawlinson. J. R. G. S., X, 8; Ainsworth. ebendort. XI, 60 f., Travels and Res. II. 301 f., welcher die von Rawlinson berichtete und ähnliche Anschwellungen nur als »accidental phaenomena« auffasst. Fraser. Travels in Koordistan. II. 47 f.

¹¹⁵⁾ Hommaire de Hell I. 534. Reclus IX. 183. Schindler. Zeitschr. 1883, 340. Vgl. Wagner, Reise nach Persien, II, 93 f.

gerade damals eine Abnahme des Sees hätte erwarten dürfen; ferner dass Hand in Hand mit dem Zunehmen der Bewässerung andere menschliche Culturarbeiten gehen, welche eher das Steigen des Sees zu befördern vermöchten, wie die Austrocknung versumpfter Strecken. Wälderabnahme u. s. w. Endlich aber haben die Beobachtungen am Grossen Salzsee, für dessen Schwankungen dieselbe Erklärung versucht wurde, ergeben, dass der Wasserentgang auf diesem künstlichen Wege keineswegs von grossem Einflusse auf die Oberfläche des Sees war.¹¹⁶⁾

Auch wenn Rodler hervorhebt, dass im Orient geringe Veränderungen, oft ein Gouverneurswechsel, ein Kurdeneinfall schon genügen, einen Umschwung in den Landbau- und Bewässerungsverhältnissen hervorzurufen, dessen Wirkungen sich auf Jahre erstrecken, ferner dass bei den vielverzweigten Flüssen dieses Gebietes „der klimatische Charakter jedes Winters im Stande ist, das hydrographische Netz zu verschieben“¹¹⁷⁾ müssen wir uns darauf beschränken, in diesem Wechsel der Zuflussverhältnisse eine wichtige mitspielende Ursache zu erblicken, die aber ihrerseits selbst wieder vom Klima beeinflusst wird. Ich möchte nicht einmal wagen, ausschliesslich auf diesen Factor die Abweichungen der Urmiaschwankungen von jenen des Wansees zurückzuführen; denn so stark wir uns den Einfluss solcher Umgestaltungen vorstellen wollen, im grossen Ganzen vermag derselbe jene Veränderungen der Wasserzufuhr, welche aus dem feuchten oder trockenen Charakter des Jahres folgen, kaum je zu verdecken.

Es bleibt uns also nur übrig, die Schwankungen dieser Seen als klimatisch bedingte, im Sinne der Worte Hann's, welche ich an die Spitze dieser Untersuchung stellte, aufzufassen. Da die Uebereinstimmung derselben über ganz Armenien sich erstreckt, dürfen wir die zu Grunde liegenden klimatischen Bewegungen auch nicht als rein örtliche, sondern nur als weiterhin verbreitete Erscheinungen auffassen. Wir können daher versuchen, dieselben in den Beobachtungen benachbarter meteorologischer Stationen nachzuweisen. Leider müssen wir dabei den Begriff „benachbart“ in einem sehr weiten Sinne fassen.

Da uns aus der Türkei keine genügende Beobachtungsreihe zur Verfügung steht — es sei nur erwähnt, dass Erzerumer Beobachtungen für 1836—1838 ein weit geringeres Temperaturmittel (8·45° C.) ergeben, als für 1873 (9·72° C.)¹¹⁸⁾ — so sind wir wesentlich auf die benachbarten russischen Stationen angewiesen, über welche auch nicht durchaus vollständige Angaben zu Gebote stehen.¹¹⁹⁾

¹¹⁶⁾ Meteor. Zeitschr. XVI. 23, Bull. de la Soc. de Géogr. Paris, XIX, 424 f.

¹¹⁷⁾ A. a. O. 549 f., 570.

¹¹⁸⁾ Radde, Peterm. Mitth. 1877, p. 262 f.; Reclus IX, 335 n. Die Wintertemperaturen in den Dreissigerjahren viel strenger (— 10·8°) als 1873 (— 4°), die Sommer fast gleich (24·3—24·2°).

Dieselben liegen jedoch grösstentheils bereits jenseits der Witterscheiden, welche das trotz seiner strengen Winter im Ganzen trockene Hochland Armeniens von den feuchten pontischen und kaspischen Küstenlandschaften trennt — und auch das innere Transkaukasien zeigt im Ganzen andere Verhältnisse, als das Gebiet unserer Seen. Wir dürfen daher keine vollkommene Uebereinstimmung bis in's Einzelne erwarten. Von den eigentlichen armenischen Stationen Alexandrapol und Aralych bietet zudem nur die erstere eine längere Beobachtungsreihe; die wenigen Angaben der zweiten sind freilich vom Nutzen, um eine kleine Lücke der längeren Reihe auszufüllen.

Ich gebe zunächst eine Uebersicht der Niederschlagsbewegungen, beschränke mich dabei jedoch durchaus auf die sogenannten „rohen“ Mittel, da es sich für unseren Zweck des Vergleiches nur um die nackten Thatsachen, noch nicht um die daraus abzuleitende abgerundete Linie von mehr allgemeiner Bedeutung handeln kann.

Fassen wir die Station Alexandrapol in's Auge. Für dieselbe beträgt Wild's Mittel 380·7 *mm*, während ich das zwanzigjährige Mittel 1851—1870¹²⁰⁾ mit 377·5 *mm* berechnet habe.

Das Jahr 1849 zeigt hohen Stand, für das fehlende Jahr 1850 dürfen wir dasselbe vermuthen, da es das Maximum in Aralych bezeichnet, dagegen ist 1851 in beiden Stationen nieder, 1852 wieder hoch in Alexandrapol und dem Mittel nahe in Aralych. In der ersteren Station lassen sich dann folgende Perioden unterscheiden:

1852—60 9 Jahre, davon 7 über dem Mittel; im Durchschnitt 416·2 *mm*:
 die ersten 4 hohen Jahre sogar 457·1,
 1861—64 4 Jahre, davon 3 nieder . . . 323·4.
 1865 u. 66 2 hohe Jahre . . . 414·9.
 1867—70 4 Jahre, davon 3 nieder . . . 326·2;

rechnen wir die ganze Periode 1861—70 (10 Jahre, davon 6 nieder), so erhalten wir ein Mittel von 345·8; lassen wir das wasserreiche

¹¹⁹⁾ Die Niederschlagsmengen der einzelnen Jahre hatte ich aus den Annalen des Petersburger Central-Observatoriums bereits zusammengestellt und die älteren Angaben auf *mm* umgerechnet, als mir Herr Professor Hann das eben erschienene Werk von Wild »Die Niederschlagsverhältnisse des russischen Reiches, 1887« zur Verfügung stellte. Ich bin dem letzteren gefolgt und habe nur die Jahre 1884,5 aus meinen Excerpten beigefügt, da der dieselben enthaltende Anhang des Wild'schen Werkes gerade von anderer Seite benöthigt wurde. In Bezug auf die Temperaturen folgte ich bis einschliesslich 1875 dem Werke von Wild »Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches«, die späteren Jahre sind den Annalen entnommen; doch ist hiebei eine Ungleichmässigkeit insoferne zu bemerken, als die Ziffern der Wild'schen Zusammenstellung um gelegentlich mehr als einen halben Grad niedriger sind, als die in den einzelnen Bänden der Annalen für dieselben Jahre gegebenen Zahlen. Die Zahlen für die beiden letzten Quinquennien erscheinen daher in meiner Nebeneinanderstellung verhältnissmässig zu hoch gegriffen. Unter »Wild's Mittel« verstehe ich in meinen Tabellen für die Niederschläge jene von Anfang der Beobachtung bis 1883, für die Temperaturen bis 1875.

¹²⁰⁾ Die Jahre 1851—53 aus 11monatlichen Beobachtungen dadurch ergänzt, dass das Mittel des fehlenden Monats zugerechnet wurde; ebenso 1870.

Schlussjahr hinweg, so ergibt sich für 1861—69 ein solches von 333·9 *mm*. Wir sehen hier also im Ganzen eine Regenperiode von 1849—1860, innerhalb deren wir vielleicht den von Loftus bemerkten Rückgang des Wansees um 1850 und die unmittelbar darauf folgende Strecker'sche Anschwellung in dem regenarmen Jahre 1851 und dem Maximum 1854 wiedererkennen dürfen, und danach eine Trockenperiode von 1861—1869; das Mittel der ersteren (von 1852 an) erhebt sich um 38·7 *mm* über, das der letzteren sinkt 43·7 *mm* unter das zwanzigjährige Mittel

Um zu erkennen, ob das hohe Jahr 1870 eine längere, nasse Periode einleitet, sind wir leider bereits wieder auf das Zeugnis ausser- armenischer Stationen angewiesen. Wir wollen hier die wenigen lang- jährigen Stationen zur Vergleichung heranziehen: Tiflis für Trans- kaukasiens centralen. Baku für dessen kaspischen Theil — doch fällt diese Station noch nicht in das feuchte südkaspische Uferland — endlich Astrachan für das nördliche flache Ufer des Kaspisees.

Für Tiflis beträgt Wild's Mittel 487·8; das 40jährige Mittel ¹²¹⁾ 1846—85 dagegen 478·2 und das der zwanzig Jahre 1851—70, das ich der Vergleichbarkeit halber hier vorziehen will. 472·6. — Die Jahre 1845 und 1846 sind hoch, 1848 und 1849 nieder, 1850 bezeichnet das Maximum der ganzen Beobachtungsreihe. Darauf folgen die Perioden:

	Mittel
1851—57 7 J., darunter 6 nieder . . .	415·7
1858—60 3 J., sämmtlich hoch . . .	526·4
1861—64 4 J., sämmtlich nieder . . .	438·7
1865—70 6 J., davon 5 hoch ¹²²⁾ . . .	534·6
1871—73 3 J., sämmtlich nieder . . .	388·1
1874—79 6 J., davon 5 hoch . . .	538·4
1880—85 6 J., davon sämmtlich nieder . . .	427·4

Wir sehen hier zwar die Trockenheitsperiode 1861—64 in voll- ständiger Uebereinstimmung mit den Angaben der Station Alexan- dra- pol. Das Gesammtergebnis des Vergleiches scheint sich aber doch dahin fassen zu lassen, dass die grösseren Perioden hier eine gewisse Verfrühung gegen die Vergleichsstation zeigen. Die Trockenperiode fällt nämlich in Tiflis auf 1851—64, von welchen 14 Jahren 11 unter dem Mittel liegen, darauf folgen in dem 15jährigen Zeitraume 1865—79 wieder 12 nasse Jahre; die 6 Jahre 1880—85 bleiben aber insgesamt unter dem Mittel.

Die Gesammtmittel betragen
für 1851—64 446·7, 1865—79 506·8, 1880—85 427·4 *mm*,
auf das Gesammtmittel der zwanzig Jahre bezogen, also: — 25·9,
+ 34·2 und — 45·2 *mm*.

¹²¹⁾ Jahr 1847 fehlt.

¹²²⁾ 2 davon etwas unter Wild's Mittel.

Baku zeigt die Mittel 253·3 (W.), 249·9 (1848—85) und 245·65 (1851—70). 1848 und 1849 sind, wie in Tiflis, nieder, dann folgt

1850—53	4 J., 3 hoch	365·5	}	1850—61	12 J.	284·4
1854—58	5 J., 4 nieder	232·4				
1859—61	3 J., 2 hoch	263·1				
1862—67	6 J. nieder	173·8	}	1862—72	11 J.	191·5
1868—72	5 J., 4 nieder	212·8				
1873—75	3 J. hoch	311·3				
1876—82	7 J., 6 hoch	283·1	}	1873—82	10 J.	291·6

Das positive Mittel der ersten Periode von je 6 nassen und trockenen Jahren, ist wesentlich durch die ungeheuren Regenziffern von 1852 und 1853 zu erklären, denn die Jahre 1854—61 mit einer Durchschnittsmenge von 243·9 bleiben unter dem Mittel, wenn auch nur um etwas über 1 Millimeter. Die Trockenperiode beginnt hier also schon 1854, wird aber erst nach einer kleinen Anschwellung zu Ende des Jahrzehntes, in den Jahren von 1862 an, ausgesprochen.

Die folgende positive Jahresreihe beginnt 1873, nachdem ganz wie in Alexandropol bereits vorher eine Zunahme der Mittel bemerkbar war; sie ist 1882 noch nicht zu Ende, ihr Schwerpunkt fällt jedoch in die ersten Jahre. Die Verfrühung gegenüber unserer Ausgangsstation ist hier also weniger bemerkbar als in Tiflis. Das Hauptmaximum der ganzen Reihe, in Tiflis 1850, in Alexandropol 1854, nähert sich in Baku mehr dem letzteren Datum — es fällt auf 1853.

Astrachan endlich, das bereits in ein anderes Klimagebiet, das der Ebene fällt, zeigt die Mittel 155·6 (W.), 154·1 und 139·0 und ein überraschend hohes Maximum im Jahre 1854, welches auf eine ebenfalls hohe Regensumme des Jahres 1853 folgt. Wir haben

1847—48	2 J. hoch . . .	164·8 mm	
1849—52	4 J., davon 3 nieder	86·6	
1853—56	4 J., davon 3 hoch	199·1	} 1853/4 = 276·6
1857—66	10 J., davon 7 nieder	120·8		} 1855—66 = 120·9
1867	fehlt		
1868—72	5 J. hoch . . .	164·9	
1873 und 74	fehlen		
1875—85	11 J., davon 9 hoch	182·5	(die ersten 8 Jahre 194·1, die letzten 3 aber 151·6).

Auch hier also um 1850 einige sehr niederschlagsarme Jahre, darauf ein Anschwellen, Trockenperiode von 1855—66, darauf von 1868—81 oder 1882 nasse Jahre, endlich in den letzten Jahren eine Abnahme des Mittels, welches für 1883—85 bereits unter den von Wild angenommenen Betrag des Gesamtmittels herabgeht.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass im ganzen Umkreise des Kaspisees eine Trockenperiode von längerer Dauer, deren Mittelpunkt etwa auf 1865 fällt, einer nicht minder langen feuchten Jahresreihe um 1875 voranging, bald nach 1880 aber eine neue Trockenperiode

sich einleitete, deren Dauer wir noch nicht zu ermessen vermögen.¹²³⁾ Wir dürfen also für Armenien ähnliche Bewegungen annehmen, auch wo uns unmittelbare Beobachtungen fehlen. Leider haben wir keine weiteren Beobachtungen, die denselben grossen Zeitraum umfassen und können also für die übrigen Stationen den Versuch, natürliche Jahresgruppen zu sondern, kaum wagen. Wir müssen uns hier mit einer Nebeneinanderstellung der Fünfjahrsmittel begnügen, welche aber im grossen Ganzen unsere Ergebnisse bestätigt.

Für die armenische Station Alexandrapol betragen dieselben:

^x 1851—55	432·9
1856—60	383·6
1861—65	336·1
1866—70	355·6;

Ab- und Zunahme also deutlich zu erkennen. Schliessen wir hieran nur eine knappe Tabelle der übrigen Lustrenmittel! Denn eine eingehende Besprechung derselben würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten und wäre bei der Unsicherheit so vieler Angaben kaum lohnend. Das Zeichen * soll also diejenigen Mittel bezeichnen, welche aus nur 2—4, nicht nebeneinanderliegenden Jahren gebildet sind, ^x dagegen jene, bei welchen die Lücke am Anfang oder Ende des Lustrums sich findet, sonst eine zusammenhängende Reihe vorliegt.

		1846-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
Pontisch.	Redutkale	^x 1699·5	^x 1589·0	—	—	—	—	—	—
	Noworossijsk	—	—	—	—	—	^x 906·2	*855·4	*713·4
	Sotschi	—	—	—	—	—	*2252·8	18·53·8	*2045·9
	Suchum	—	—	—	—	—	^x 1240·6	—	^x 1162·2
	Poti	—	—	—	—	—	*1981·5	^x 1559·1	1526·0
Kutais	^x 1580·7	^x 1486·5	—	—	—	^x 1252·8	*(1128·8)	*(1163·1)	—
Trans-kaukas.	Belyj Kljutsch	—	—	—	—	^x 1040·1	649·3	—	—
	Tiflis	*541·7 ¹²⁴⁾	445·7 ¹²⁴⁾	452·2	454·8 ¹²⁴⁾	537·7 ¹²⁴⁾	447·6	519·4	424·9
	Elisawetpol	—	—	—	—	—	^x 260·5	—	^x 191·5
Baku Stadt	^x 235·2	337·1	232·7	198·6	214·2	252·2	275·8	*253·6	—
Süd-kasp.	Lenkoran	^x 1116·5	1200·8	*(1482·6)	—	—	^x 1324·7	^x 1069·8	^x 1216·8
	Aschurade	—	^x 558·0	^x (298·6)	^x 337·2	—	366·0	^x 391·2	^x 465·5
Kaukas.	Stawropol	—	—	—	^x (663·7)	—	^x 592·5	771·4	742·0
	Pjätigorsk	—	—	—	—	—	^x 509·2	614·3	^x 590·4
	Alaghir	—	^x 1127·0	930·2	^x 851·2	—	—	—	—
	Wladikawkas	—	—	—	—	—	^x 887·8	808·2	901·3
Kasp.	Astrachan	^x 140·8	151·0	111·7	127·9	*165·4	*187·1	171·9	176·9
	F. Alexandrowsk	*73·0	127·1	^x 128·2	—	—	—	138·4	116·1

Diese Tabelle und eine Reihe vereinzelter Angaben (ich verweise z. B. auf die deutliche Ausprägung des Rückganges nach 1883

¹²³⁾ Nach Brückner's Vergleichung der Fünfjahrsmittel von Petersburg, Lugan, Tiflis, Bogoslowk stellt sich das Verhältnis für das gesammte Einzugsgebiet des Kaspisees ähnlich, nämlich Maximum 1841/5, Minimum 1856/60 und 1861/5, Maximum 1876/80. (Brückner, Annalen der Hydrogr. und maritim. Meteorologie 1888, II. — p. 8 des Sonderabdrucks.)

¹²⁴⁾ Brückner beziffert diese Mittel der Reihe nach mit 522, 454, 465, 530 mm.

in den Daten von Baku Cap und Boasta) bestätigen im Ganzen die oben angenommenen Perioden; besonders schön ist der Verlauf längerer Curven an den Stationen Baku und Astrachan zu erkennen; die oben besprochenen Vorsprünge oder Verzögerungen der 4 Hauptstationen gegen einander finden sich jedesmal in ihrer Nachbarschaft wieder.

Die pontischen Stationen zeigen, soviel sich aus ihren lückenhaften Zahlenreihen schliessen lässt, den kurzen Rückgang um 1851 ziemlich deutlich, wie auch Tiflis. So sind z. B. für Redutkale 1852 und 1853 sehr regenarme Jahre, während 1851 als solches in den Listen der meisten hier angeführten Stationen verzeichnet ist. In der Zeit 1871—1885 zeigen die Fünfjahrsmittel der pontischen Stationen eine fortschreitende Abnahme, nur für einzelne derselben ist das letzte Lustrum regenreicher. Es muss hier die Frage offen bleiben, ob wir diese Abweichung von den kaukasischen Stationen besser als Verfrühung oder Verspätung zu bezeichnen haben.

Nicht so einfach, wie die Beziehung der Niederschlagsmengen zu dem Wasserstande der Seen, ist der Einfluss der Temperatur auf den letzteren.

Eine Erhöhung der Temperatur bewirkt zunächst einen Rückgang der Schneegrenze und mithin eine Vermehrung der Zuflussmengen in warmen Jahren — anderseits aber (und diese Wirkung dürfte für längere Jahresreihen die eingreifendere sein) steigert sie die Kraft der Verdunstung und arbeitet also auf eine Abnahme der Wasserhöhe hin. Wir sehen daher wiederholt einzelne besonders warme Jahre von Anschwellungen der Gewässer begleitet, während im Ganzen doch die Perioden hoher Temperatur mit einer Abnahme der Seen Hand in Hand gehen.

Die folgende Uebersicht der Fünfjahrsmittel

	1845	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
Redutkale	—	×14·3	×14·9	—	—	—	—	—	—
Noworossijsk	—	—	—	—	—	—	×12·4	*13·0	12·3
Sotschi	—	—	—	—	—	—	*13·9	14·5	*13·9
Suchum Kale	—	—	—	—	—	—	×15·1	—	×14·4
Poti	—	—	—	—	—	—	*14·4	15·1	14·4
Kutais	—	×14·3	×14·6	—	—	—	×14·5	*15·9	*(15·1)
Belyj Kljutsch	—	—	—	—	—	×9·46	9·51	*(9·9)	—
Tiflis	12·3	*12·7	12·8	12·3	12·1	12·7	13·2	13·5	12·6
Elissawetpol	—	—	—	—	—	—	×12·93	—	*12·95
Baku	—	×13·6	14·3	14·1	13·6	14·9	15·2	15·4	14·4
Lenkoran	—	×14·3	14·6	—	—	—	—	—	×14·8
Aschur-Ade	—	—	×17·4	*(17·7)	×17·7	*18·4	×17·9	×18·3	*17·5
Stawropol	—	—	*(9·4)	×8·5	×9·0	*8·4	8·3	8·7	8·2
Pjätigorsk	—	—	—	—	—	—	×9·1	9·5	×8·7
Alaghir	—	—	×8·9	×8·1	×7·0	—	—	—	—
Wladikawkas	—	—	—	—	—	—	×8·7	9·3	8·2
Astrachan	8·6	9·4	10·1	9·5	8·8	*9·5	9·6	10·0	9·6
F. Alexandrowsk	—	10·8	11·1	10·3	×9·6	*10·8	11·4	11·6	×11·3
Alexandrapol	—	*(6·6)	*5·9	5·6	4·3	×5·5	—	—	—
Aralych	—	×11·03	×11·06	—	—	—	—	—	—

ergibt im Allgemeinen, dass die Fünfjahrsmittel von etwa 1845—55 eine zunehmende, von da bis 1865 eine abnehmende, 1866—75 wieder eine zunehmende und endlich 1876—85 wieder abnehmende Bewegung zeigen. Diese Reihen warmer und kalter Jahre fallen also nicht zusammen mit jenen trockener und nasser, welche wir beobachtet haben, sondern wir dürfen nicht verschweigen, dass die Curve der Ab- und Zunahme für Temperatur und Niederschlag gerade in den Stationen Alexandrapol, Baku und Astrachan und von 186^o) an auch in Tiflis nahezu parallel laufen. Für die pontischen Stationen lassen sich eher ausgesprochen trockenwarme und nasskalte Jahresgruppen verfolgen, allein gerade für sie ist das Materiale ungemein lückenhaft.

Versuchen wir nunmehr die Gruppen trockenwarmer und feuchtkalter Jahre festzustellen, welche sich überhaupt an diesen vier Stationen nachweisen lassen und welche auf benachbarte Seen von besonderem Einflusse sein mussten. Aufeinanderfolgen von mehreren Jahren, deren Temperaturmittel sämmtlich hoch oder sämmtlich nieder waren, sind sehr selten — und kaum je so lang, wie die verwandten „natürlichen“ Gruppen in Bezug auf den Niederschlag sich zeigten.

Alexandrapols Mittel wäre nach Wild 5·43, aus den Jahren 1851—69 (1853 fehlt) berechnet aber 5·3^o Celsius. Von den 9 Jahren 1851—60 sind nur zwei unterhalb des Mittels, ihr Durchschnitt beträgt 5·73^o. Dagegen sind die Jahre 1861—65 durchaus kalte, ihr Mittel nur 4·3^o; 1866—69 haben wir 3 positive Jahre, zwischen welche sich ein negatives einschleibt, mit dem Mittel 5·5^o. Vergleichen wir diese Perioden mit jenen des Niederschlags, so bekommen wir 1852—60 warme, aber nasse Jahre, 1861—64 kalttrockene; nasskalte Jahre aber finden sich nur vereinzelt und trockenwarme Jahre etwas häufiger nur zu Ende des Jahrzehentes (1867—69). — Ziehen wir die Temperaturmittel für die Niederschlagsperioden, welche oben festgestellt wurden, so ändert sich das Verhältnis auch nicht; die nassen Jahre 1852—60 zeigen grössere Wärme (5·7^o), als die trockenen von 1861—69 (4·8^o) und die niederschlagsärmste Gruppe 1861—64 hat auch ein überraschend niederes Temperaturmittel, nämlich nur 4·1^o C.

Für Tiflis haben wir die Mittel 12·61 ((W.), 12·7 (aus den Jahren zwischen 1846 und 1885) und 12·5 (aus den zwanzig Jahren 1851 bis 1870). Es lassen sich etwa folgende Temperaturperioden aufstellen: 1846—56 — 10 Jahre vollständig, davon 7 über dem zwanzigjährigen Mittel — Durchschnitt 12·73.

Die Jahre 1848—53 (6 J., davon 5 hoch) zeigen im Mittel 12·83. 1857—63 7 J., davon 5 nieder — Mittel 12·03 — davon die 3 letzten, durchaus kalten Jahre nur 11·71, 1857—60 aber 12·27^o. 1864—68 (4 J., durchaus dem Mittel nahe) 12·68^o.

1869—79 (11 J., davon sämmtliche über dem zwanzigjährigen und 10 über dem vierzigjährigen Mittel) — 13·38^o C.

Die schwankenden Jahre 1880—85 haben im Mittel 12·5^o.

Gruppen trockenwarmer Jahre sind also 1848—56, dann 1871—73 wahrzunehmen, nasskalte finden sich nicht in grösserer Zahl zusammen. Der vierzehnjährigen Trockenperiode 1851—64 entspricht aber wieder ein geringeres Temperaturmittel ($12\cdot37^{\circ}$), als den 15 nassen Jahren 1865—79 ($13\cdot19^{\circ}$).

Baku's Mittel beträgt $14\cdot32$ (W.), $14\cdot45$ (40jähr.) oder $14\cdot21$ (20jähr.). Wir finden:

1851—55	6 J., davon die meisten dem Mittel nahe	$14\cdot3^{\circ}$ C.
1856—66	11 J., davon 8 unter dem kleinsten Mittel	$13\cdot88^{\circ}$
1867—79	13 J., davon sämmtliche hoch	$15\cdot34^{\circ}$
1880—84	wechselnde Jahre	$14\cdot32^{\circ}$

Es stellten also die Jahre 1867—72 eine Gruppe trockenwarmer Jahre dar, wie 1867—69 für Alexandropol, 1871—73 für Tiflis. Die 12 nassen Jahre 1850—61 erfreuen sich einer geringen Mitteltemperatur — $14\cdot04^{\circ}$ — und können insofern als eine „nasskalte“ betrachtet werden. Die 11 trockenen Jahre 1862—72 aber und noch mehr die feuchten Jahre 1873—82 besitzen im Durchschnitte eine beträchtliche Wärme ($14\cdot56$ und $15\cdot12^{\circ}$), wobei allerdings berücksichtigt werden muss, dass die Ziffern seit 1876 wahrscheinlich zu hoch sind (s. oben Anm. 119).

In Astrachan (Mittel $9\cdot47$ nach Wild, ebenso das 20jähr.; $9\cdot55$ als 40jähr. Mittel) sind längere Gruppen gleichartiger Jahre leicht zu erkennen.

Warm sind unter den 8 Jahren 1849—56 mindestens 6 zu nennen, die andern 2 bleiben dem Mittel nahe; der Durchschnitt dieser Periode ist $10\cdot13^{\circ}$, während er für 1845—48 nur $9\cdot21^{\circ}$ betrug. 1857—65 sind kalte Jahre, 7 davon bleiben unter dem Mittel, nur 1859 und 1863 erheben sich über dasselbe (Mittel $9\cdot01^{\circ}$). 1869—79 hinwieder sind warm (Mittel $9\cdot91$) und die vielleicht etwas zu hohen Zahlen für die Jahre 1875—79 ergeben sogar das Mittel $10\cdot08$ gegen nur $9\cdot78^{\circ}$ der Jahre 1869—74. Die Temperaturen nach 1880 lassen sich nicht zu gleichartigen Gruppen zusammenfassen.

Wir haben also: 1847 und 1848 nasskalt; 1849—52 trocken warm; mit 1857 aber beginnen die Curve des Niederschlags und jene der Temperatur gleichartig zu verlaufen. Die Temperaturmittel der Niederschlagsperioden sind: $9\cdot21^{\circ}$ für 1845—48; $9\cdot98^{\circ}$ für 1849—52; $9\cdot55^{\circ}$ für 1853/4, so dass also auf diese 2 sehr feuchten Jahre eine gemässigte Temperatur fällt; dann $9\cdot39^{\circ}$ für 1855—66; $9\cdot70^{\circ}$ für 1868—82.

Als allgemeiner bezeugt dürfen wir aus diesen Angaben von 4 Stationen wohl nur jene einer Gruppe trockenwarmer Jahre um 1850 und die andere einer solchen um 1870 hervorheben; in Verbindung mit denselben dürfen wir einen raschen Rückgang der Seen um diese Zeit vermuthen, während sonst die Temperatur und Niederschlagsmenge fast in gleichem Gange steigen und fallen, also wesentlich die Vertheilung beider Factoren über die Jahreszeiten für den Wasserstand bestimmend wird. Die erste jener beiden Jahreszahlen trifft nun auf den von Loftus beobachteten Rückgang der Seen,

während die andere in eine grössere, leider nicht allzu bestimmt bezugte Rückzugsperiode der Gewässer mitten hinein trifft. — Deutlicher ist der unmittelbare Einfluss der Niederschlagsverhältnisse auf die Seespiegel zu erkennen: die Hauptperioden der ersteren erscheinen in ihrem Anfang und Ende den Bewegungen der Seen gegenüber verfrüht; die Anschwellung der Seen um Ende der Siebzigerjahre scheint z. B. bis heute noch nicht beendet, obwohl die Niederschläge bereits wieder im Rückgange begriffen sind. Die Seen stellen eben eine Aufspeicherung der Wassermassen dar, welche ihnen zudem auch in Folge der verschiedenen Temperaturwirkungen zum Theil erst verspätet zukommen.

Leider vermögen die spärlichen hier behandelten Daten kaum zur Lösung der Frage beizutragen, welchen Schritt diese Verzögerung der Wirkungen in den verschiedenen Fällen einhält.¹²⁵⁾ Ist doch auch in Bezug auf die Gletscherbewegung, deren Zusammenhang mit Niederschlags- und Seespiegelschwankungen man immer allgemeiner anerkennt, diese Frage nach dem Masse der Verzögerung noch immer offen!

Indem ich zu dieser Vergleichung der armenischen Seeschwankungen mit der Zu- und Abnahme der benachbarten Gletscher übergehe, muss ich leider mit Bedauern hervorheben, dass unsere Nachrichten über diese Gletscher erst aus Jahrzehnten herrühren, in welchen man bereits aufgehört hatte, den Schwankungen der Seen gewissenhafte Aufmerksamkeit zu schenken. Der Vergleich muss also wieder ein oberflächlicher bleiben.

Vom Araratgletscher, dem „einzigsten Armeniens“, wage ich überhaupt keine Angaben vorzuführen. Denn wenn Abich, der den Berg 1845 bestieg, für sein unteres Ende 9172 Fuss Meereshöhe angibt, Thielmann 1872 aber rund 8500, darf man daraus nicht auf einen Vorstoss desselben schliessen; der Unterschied erklärt sich vielmehr daraus, dass in ersterem Falle russische, bei Thielmann Pariser Fuss vorliegen.¹²⁶⁾ Noch weniger lässt sich aus den verschiedenen Angaben über die Schneegrenze ableiten, da dieser Begriff verschiedener Fassung fähig ist. Und es ist auch nicht mehr, als unsichere Vermuthung, wenn Berend aus der Lage, in welcher er 1835 Parrot's

¹²⁵⁾ Wir dürfen überhaupt den oben aus wenigen Stationen abgeleiteten Jahreszahlen keine kanonische Gültigkeit für das ganze, weite Gebiet unserer Seen zusprechen wollen. Wie verschieden der Gang der Niederschläge selbst innerhalb enghegrenzter Gebiete an einzelnen Orten sich verhält, zeigt u. A. die von Soyka (Schwankungen des Grundwassers p. 22) mitgetheilte Tabelle der Regentage für Bayern nach Horn.

¹²⁶⁾ Abich »Ueber die Lage der Schneegrenze und die Gletscher im Kaukasus«, *Melanges phys. et chim. tirées du Bull. de l'Acad. de St. Petersburg* Tome X, mai—juin 1877, p. 642. Derselbe, *Bull. Soc. Geol. de France* 1851, p. 265, rund 2800 m. — Hofmann-Weidenbaum, »Der grosse Ararat«, *Mitth. d. Ver. f. Erdk.* Leipzig 1884, p. 139, geben für Abich's Messung 9378 F. — Thielmann, *Streifzüge im Kaukasus*, p. 160. — Der wiederholt erwähnte zweite Gletscher auf der S.-Seite des Ararat (s. Parrot, *Reise zum Ararat*, I, p. 131, 140 f., Abich, *Bull. Soc. Geol. a. a. O. u. s. w.*) ist gegenüber dem nördlichen (Arguri-Gletscher) von wenig Bedeutung.

1829 errichtetes Kreuz fand, auf eine allgemeine Zunahme der Vereisung schloss: denn Parrot selbst sagt, dass an dieser Oertlichkeit ein Abrücken oder Abstürzen des Eises nicht ausgeschlossen sei.¹²⁷⁾ Mehr aber vermochte ich über den Ararat überhaupt nicht zu erfahren.

Von den Gletschern des Kaukasus wurden die ersten, nämlich jene des Kasbek 1843 entdeckt. Kolenati fand damals unter den kleineren derselben, die er als „periodische Gletscher“ bezeichnet, einen (seinen „3. Zminda-Nino-Gletscher“) gänzlich zusammengeschmolzen und unter den grösseren den Ziklurgi in entschiedenem Rückgang. Der Tschchari, von dessen einstiger bedeutender Grösse die Eingebornen zu erzählen wussten, scheint dagegen nach seiner Schilderung eben wieder am Beginne einer Vorrückung gewesen zu sein — und der noch zu nennende Defdoraki hatte vor Kurzem einen seiner Ausbrüche bewerkstelligt.¹²⁸⁾ Abich sah im Sommer 1849 an den Gletschern des Elbruz Erscheinungen eines bedeutenden Anwachsens, welchem am Baksan-Gletscher hundertjährige Waldbestände zum Opfer fielen — und dieselbe Beobachtung wiederholte sich an einem der Gletscher des östlich vom Elbruz gelegenen Adulgebietes. Die später eintretende Rückzugsbewegung machte sich am Anfang der Sechzigerjahre bemerkbar und war 1877, als Abich schrieb, noch in vollem Gange. Sie liess sich an allen Gletschern des westlichen Kaukasus beobachten; jene des Kasbek bildeten jedoch eine Ausnahme.¹²⁹⁾ Insbesondere der Defdoraki, von dessen Ausbrüchen wir aus den Jahren 1776, 1785, 1808, 1817, 1832 (33?), 1842 Kunde haben, nahm in der allgemeinen Rückzugsperiode zwischen den Jahren 1855 und 1863 wiederholt eine drohende Haltung ein, die 1867 einen Ausbruch fast sicher erwarten liess — allein statt dessen zog sich der Gletscher langsam auf das 1861 eingenommene Mass zurück. Erst 1875 und 1876 rückte er wieder vor, sein Nebengletscher, der bisher im Rückgang geblieben war, schloss sich seiner Bewegung 1876 an, für 1877 erwartete man einen — dann doch wohl unterbliebenen — Ausbruch.¹³⁰⁾ Vielleicht legt man von mancher Seite Gewicht darauf,

¹²⁷⁾ Abich, p. 641, gibt als Schneegrenze im N. 12.806, im S. 12.136 Fuss, nach Weidenbaum 13.712 und 12.932, welche beide Angaben fast genau übereinstimmen, wenn die erstere Pariser, letztere russ. Fuss bedeutet, Chodzko 1850 aber 10.996 F. (Vgl. Weidenbaum 137, Peterm. Mitth. 1875, 56.) Parrot's verschiedene Angaben (I, p. 141 ff., 187 f.) ergeben für die untersten Zungen der zusammenhängenden Schneedecke 11.675—11.844 Pariser Fuss, für die ewige Schnee- und Eisgrenze aber im E. 13.180, im Nw. 13.448, im Mittel also 13.300 Pariser Fuss. — Daraus liess sich eine allgemeine Zunahme der Schnee- und Eismassen des Ararat (parallel zu der Zunahme an den Kaukasus-Gletschern) von 1829—50 ableiten, wenn nicht die Allgemeinheit des Begriffes »Schneegrenze« hindernd im Weg stünde. Ueber Parrot's Kreuz s. sein Werk I, 162 und Weidenbaum-Hofmann a. a. O. 176.

¹²⁸⁾ Kolenati, Die Besteigung des Kasbek. (Mit Kärtchen.) Petersburg 1843, p. 26, 36 ff. (und »Reise-Erinnerungen« I. Bd. Dresden 1859, p. 287 f.).

¹²⁹⁾ Abich, Schneegrenze und Gletscher im Kaukasus, p. 643—646. Schwalbe, Zeitschr. d. D. u. Oe. Alpenver. 1879, p. 46 ff.

¹³⁰⁾ Kolenati 31 f.; Abich 647—662; Freshfield, J. R. G. S., XXXIX, p. 53 ff.; Schwalbe a. a. O. bes. p. 56 f.; Muromzoff (Kasbekbesteigung 1871), Mitth. der Wiener k. k. Geogr. Gesellsch. 1880, p. 423 ff., mit Kärtchen. Die

dass die Mehrzahl dieser Vorstöße (1808, 1817, 1842, 1855 63. 1875—77) auf Jahre fällt, in welchen die armenischen Seen einen Hochstand aufwiesen. Ich möchte indes die Bedeutung dieses einen Gletschers nicht gerne überschätzen.

Die erwähnte Rückzugsbewegung im Kaukasus hat indess bereits aufgehört, eine allgemeine zu bleiben. Iljin's Reise von 1882 ergab am Uschba-Gul-Gletscher Anzeichen, dass er sich in den letzten 3—4 Jahren zum mindesten nicht vorwärts bewegt habe, dagegen am Schichildy in demselben Gebiete eine rasche Abwärtsbewegung, angeblich in Folge eines Bergsturzes, der seine Oberfläche mit Trümmern überschüttet hatte. Alte Moränen finden sich jedoch noch einige Werst unterhalb des heutigen Endes.¹³¹⁾ Um dieselbe Zeit fand Dinnik im Quellgebiet des Tscherek neben dem Bisingi, der in den letzten 20—30 Jahren sehr zurückgegangen war, den Mischirgi-Gletscher, welcher nach bedeutendem Rückgang in den Jahren 1880 und 1881 wieder um 200 Faden (360 *m*) vorgerückt war.¹³²⁾ Im Uebrigen bestätigen diese Reisenden das seit Jahrzehnten fortdauernde Zurückgehen der Kaukasusgletscher. Erst in dem letzten Jahre fand die von Freshfield anlässlich dieser Berichte ausgesprochene Meinung, dass wir einer Vorrückungsperiode auch am Kaukasus entgegengehen, durch seine in Gemeinschaft mit Dechy unternommene Reise eine glänzende Bestätigung. Im Jahre 1885 gesetzte Marken liessen ganz deutlich erkennen, dass mehrere Gletscher seither vorgerückt sind.¹³³⁾

Die Uebereinstimmung dieser Bewegungen mit denen unserer Seen ist eine befriedigende, wenngleich

Unterschiede zwischen Kolenati's und Abich's Höhenangaben für die unteren Enden der Gletscher würden für den Dofdoraki einen Rückgang um etwa 674 *m*, für den Stepan zmindä (2. Zmindä-Nino) um 686 *m* ergeben. Was kaum ausschliesslich auf Fehler der Höhenbestimmungen zurückgeführt werden kann. Ebenso gibt Muromzoff, für dessen Zuverlässigkeit ich jedoch nicht einstehe, dass das Ende des Orzwiri um etwa 450 *m* höher an, als Kolenati das seines Tschchari.

¹³¹⁾ Iljin, Peterm. Mitth. 1884, p. 189 ff. Dinnik ebendort 377 f. Wenn ersterer (p. 148) die Gletscherenden in Hoch-Swanethien etliche Fuss höher als Abich angibt, ist darauf wohl kein Schluss zu bauen.

¹³²⁾ Dinnik, Peterm. Mitth. 1884, p. 372. — Muromzoff's Angabe (in seiner Abhandlung über den Kaukasus, Mitth. der k. k. Geogr. Gesellsch. in Wien 1884, p. 401), dass der Baksangletscher sich »gegenwärtig« im Vorgehen befinde, geht aller Wahrscheinlichkeit nach auf Abich's Angabe von 1849 zurück.

¹³³⁾ Dechy, Peterm. Mitth. 1887, p. 316: Adischgletscher in 2 J. 11·3 *m*; Çeigletscher im Adai Choch 7 *m*; Asaugletscher im Vorrücken, der Terskoï dagegen noch in schwachem (1 *m*) Rückgang. Freshfield, Proc. R. G. S., IX, 1887, p. 617 ff., welcher auch auf den besonderen Schneereichthum von 1886/7 hinweist. Des letzteren Bericht im Alpine Journal, XIII (1887), p. 354 ff., bes. 361 (Adisch), 367 und 377 (schlechter Winter 1886/7). Dent's Bemerkungen (anlässlich seiner Reise August 1886). Alp. Journ., XIII, p. 228, stehen damit nicht in Widerspruch. Er sagt: we had some opportunity during the day of noting that both the Mishirgi and the great Bezingi glacier (s. oben) had shrunk considerably, but in this climate marks on the rocks from glacier action or from fracture preserve their fresh appearance for such an indefinite period that we could form no idea whether the retreat was recent or no. Er sah also nur die Spuren einstiger grösserer Enfallung des Gletschers, nicht aber Anzeichen von dessen derzeitigem Rückgange.

mitunter die ersteren ein wenig verspätet erscheinen. Dieser Umstand erklärt sich vielleicht daraus, dass Gletscherzunahme und Gletschervorrücken nicht dasselbe sind, sondern die erstere auch in blosser Steigerung der Mächtigkeit bestehen und erst allmählich in einen Vorstoss übergehen kann. Unter dieser Voraussetzung ist aber der Rückgang der Gletscher bis in den Anfang der Vierzigerjahre und derjenige unserer Seen bis etwa 1838 wohl als Wirkung derselben Ursachen deutlich zu erkennen. Der Gletschervorstoss bis 1860, der nicht durch alljährliche Messungen festgestellt, sondern aus gelegentlicher Vergleichung ermittelt ward und über dessen mögliche kurze Unterbrechungen wir keine Kenntniss haben, fällt zusammen mit zwei Schwellungen der Seen, zwischen welche sich nur ein Rückzug von wenigen Jahren — und dieser, wie wir sehen, durch ein Zusammenwirken ungünstiger Klimaverhältnisse bedingt — einschleibt. Der Rückgang zwischen 1860 und 1880 erscheint wieder gemeinsam, der nächste Vorstoss, 1880 an den Gletschern zuerst beobachtet, ist an den meisten Seen wohl schon einige Jahre früher aufgetreten.

Bemerkenswerth ist auch, dass das offene Seebecken des Göktscha den Schwankungen der geschlossenen Salzseen sich anschliesst und insbesondere in der letzten Periode den Gletscherbewegungen besonders schön entspricht.

Weist diese Uebereinstimmung der Seeschwankungen unter einander und mit anderen, von klimatischen Ursachen bedingten Erscheinungen darauf hin, dass trotz aller örtlichen Abweichungen das Gesamtgebiet Armeniens im Ganzen den nämlichen Klimaschwankungen unterworfen ist, so führen weitere Vergleichen noch einen Schritt vorwärts. Man ist längst darauf aufmerksam geworden, dass die Gletscherschwankungen im Kaukasus mit jenen in den Alpen und diese mit jenen zahlreicher anderer Gebirge zeitlich nahezu zusammenfallen. Durch Swarowsky's Arbeit über den Neusiedlersee war aber auch wahrscheinlich geworden, dass zwischen den Bewegungen der Alpengletscher und jenen der benachbarten Seen sich ebenfalls Uebereinstimmungen ergeben werden. Und wenn sich diese Voraussetzung bestätigt, so liegt die weitere Annahme eines Zusammenhanges zwischen den Schwankungen der armenischen Seen und jenen der alpinen, sowie den Bewegungen verwandter Wasserbecken in anderen Gebirgen der ganzen Erde sehr nahe. Das Endergebnis aber, zu welchem alle diese Voraussetzungen führen, ist die Annahme gleichartiger und gleichzeitiger Klimaschwankungen für weit ausgedehnte Zonen, vielleicht sogar für die ganze nördliche Erdhälfte oder selbst die Erdkugel. Dr. Eduard Brückner hat diesen Gedanken zuerst ausgesprochen — und es liegt mir ferne, durch eine umfassende Darstellung der von ihm gesprochenen Arbeit vorgreifen zu wollen.¹³⁴⁾ Allein ich fühle mich berechtigt und sogar verpflichtet, die Lesefrüchte der Öffentlichkeit

¹³⁴⁾ Brückner, Meteor. Zeitschr. 1887, p. 232 f. und Annal. d. Hydrogr. u. marit. Meteor. 1888, 2. Heft.

vorzulegen, welche ich über Gletscher- und Seeschwankungen im Allgemeinen gesammelt habe und zum grossen Theil schon gesammelt hatte, ehe ich von den Untersuchungen Brückner's Kunde erhielt, dann aber zum Theil mit seiner freundlichen Unterstützung möglichst vervollständigte. Die geeignetste Form hierzu scheint mir diejenige von Erläuterungen zu den beigegebenen Tabellen.¹³⁵⁾

Tabelle I.
See- und Gletscher-Bewegungen 1600—1850.

	Alpen-Gletscher	Lago-Fucino	Trasimenus	Neustädter See	Wan-See	Kaspi-See	Anmerkung
+	1595 bis 1610	1600	1602	.	.	.	1594 Traunsee Max.
-	.	1656 ?	.	.	.	.	1674 Zürcher See
+	1677 bis 1681	.	.	1674 ?	.	1685	.
-	.	1683	.	.	.	.	.
+	1710 bis 1716	.	.	leer 1693 bis 1738	nach 1710	Abnahme 1685 bis 1715 (1722)	1707—14 Zirknitzer See
-
+	.	.	1730	+	.	bis 1744	1736 Traunsee Max.; 1748 Titicaca
-	1750 bis 1767	1752 (1748--80)	.	1742 bis 1772, besonders 1768 bis 1772	nach 1750	bis 1766	.
+	.	.	1762 —1773	.	.	.	1770 Bodensee Max.
-	Zunahme 1760 bis 1786	1783	.	.	.	Zunahme 1766 bis 1809 bez. 1814 Max. 1815	.
+	.	1783 —1787	.	constant (hoch) 1770 —1850	.	.	1787 Traunsee Max.
-	.	1787 —1793	.	.	.	.	.
+	.	1793 —1816	.	.	.	.	.

¹³⁵⁾ Mitth. der Wiener k. k. Geogr. Gesellsch. 1888, p. 180 und Tafel 2. Einen kurzen Bericht über meine Ergebnisse, besonders in Bezug auf das Alpen- und das Kaukasus-Gebiet, habe ich am 29. Februar in einem Vortrage in der Section »Austria« des D. u. Oe. Alpenver. erstattet, welcher in den Mittheilungen des genannten Vereines 1888, Heft 7, erschienen ist. Einzelne Stellen desselben erfahren im Folgenden Einschränkungen oder Berichtigungen, ohne dass dies immer ausdrücklich gesagt ist.

Tabelle II.

Gletscher- und Seeschwankungen seit 1800.

Alpen-gletscher nach		Genfer-See	Hoden-See	Ammer-See	Wärm-See	Lago Fucino	Neusiedler See	Gölschik	Wangöl	Aringöl	Eitscheg-Göl	See von Urmia	Götscha	Kaukasus-Gletscher	Kaspi-See	Hamun-See	Alakul	Lob-Nor	Pangong	Great Salt L.	Seen des Lorenzo	Tanganyika und Nyassa	Tsade und Nilseen	Moeris oder Birket el Qurum	Sebach el Bardawil	George-Lake
Fritz und Heim	Forel																									
+	1811-22	1800-15	Max. 1817	bis 1820	.	.	1793-1816	.	1800-20	.	(um 1820?)	.	1766 bis 1815	.	.	.	.	Max. 1821?	.	.	.	.	.	leer um 1800	Max. 1823
-	1822-44	1815-30	Min. 1830-2	bis 1835	.	.	1816-35	.	1820? (28) -38	.	bis 1837ff.	vor 1810	nieder 20u.30er Jahre	bis nach 1843	1815-42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1827-39, nieder bis 1850
+	1840-50	1830-45	Max. 1843 (46?)	+ bis 1855 unterbroch. 1846	.	.	1835-46	1838-47ff.	1838-50	1833-50	hoch 1847	1834-47?	hoch um 1843	1847-50	hoch 1842	vor 1840/2	vor u. um 1841	.	.	.	.	.	.	.	1850-52 ff.
+	1855 bis 1880	1815 bis 1875	Min. 1854	unterbroch. 1846-50	1856-70 bis 1890	1856-75	1850-61	.	1850-52ff.	1850-52	.	1847? -52	.	+ bis nahezu 1860	1850 bis 1865 Abnahme	12 Jahre vor 1860	nieder 1856	.	.	.	Min. 1840?	nieder um 1845	.	.	1855-59	
+	1880ff.	1875-85	hoch 1876ff.	1861-80	1870-85	1875-80	1872 bis ?	1855-58	bis nach 1875	1860ff ?	nieder 1862?	Ende 60er?	1860 bis 1879 ff.	1860-80	nieder 1872	etwa 1850 70	vor 1863	1847-56	Max. 1859 -64	1856-62	1864-69	1840? -75 oder 79	um 1860	1840? -71	1860-65	1865-69
-				1881-85	1881-85				1875? -82	bis 1885	hoch 1886	1872? -86		1880-87	1865-78ff.	hoch 1886		1870-76		1862-74ff.	1869-78		1866 bis 1879?	1875-85	1870-79	
																			seit 1874?		bis 1886	80er Jahre ?	leer 1887	1879-87		
Europa							Asien										Amerika		Afrika		Au- stralien					

IV.

Zur Frage „allgemeiner Klimaschwankungen“^{*)}

Meine Tabellen I und II¹³⁶⁾ sollen zunächst die Bewegungen der armenischen Seen in Vergleich bringen mit jenen an einigen anderen, grösstentheils abflusslosen, durchaus aber von klimatischen Verhältnissen in ihrer Grösse bestimmten Wasserbecken, über welche ich Angaben erlangen konnte.

Zunächst Einiges über den nächsten Nachbar, den Kaspisee, wobei ich jedoch von den Versuchen, die Berichte des Alterthums über die Ausdehnung des hyrkanischen Meeres durch Spiegelveränderungen zu erklären oder den Einfluss des angeblichen alten Oxuslaufes und seiner Umgestaltungen an solchen nachzuweisen¹³⁷⁾, vollkommen absehe. Von Nachrichten abendländischer Reisender über die Verhältnisse des Kaspisees dürfte der ältesten eine jene von Rawlinson verwertete Mittheilung sein, wonach der englische Capitän Bruce bei seiner Befahrung des Ostufers 1723 den Karaboghaz-Busen bedeutend kleiner als heute, die Tiefen beim Ufer jedoch im Allgemeinen grösser

*) In Ergänzung zu den Mitth. der k. k. Geogr. Ges. 1888, Heft II und III/IV, erschienenen ersten Abschnitten dieses Aufsatzes sei hier noch Folgendes angeführt: Auf der Karte 1: 6300.000 der kaukas. Abth. der k. russ. Geogr. Gesellsch. (1868) und auf der 20werstigen Wegkarte des kaukas. Generalstabes (Tiflis 1870) ist die Brücke von Pischik-kümbet-köi (oben p. 103 f.) bereits in bedeutendem Abstand vom Wansee angegeben, dem Abstand des Strassenüberganges bei Iljin und Stebnitzki entsprechend. Auf der ersteren Karte erscheint Brant's Name »Tscharpanag« für das Kloster der Insel Gduts (p. 97) und ein Abfluss des Nazik in den Wansee; auf der Karte von 1870 ist die Ebene bei Corp in bedeutender Erstreckung angegeben, jedoch kleiner, als bei Stebnitzki (1878). Doch sei diese und andere Abweichungen nur kurz erwähnt, da diese Karten vermuthlich Verarbeitungen höchst verschiedener Quellen darstellen. Etwas auffallender ist es, wenn die Karte von 1868 den Gökscha als abflusslosen See darstellt, den kleinen Fluss bei Elenovka in den See gehen lässt und Sivan auf das Gestade verlegt. St. John's Angabe findet hier Bestätigung; Sievers, Radde, Bryce, die Karte von 1870 sprechen dagegen; im Zusammenhalt mit Brandt's Untersuchung aber ergibt sich eine gewisse, wenn auch geringe Wahrscheinlichkeit dafür, dass der See Ende der Sechzigerjahre den Abfluss zeitweise eingebüsst und erst durch künstliche Anlage wieder erhalten habe: doch ist bei der damaligen Kleinheit dieses Baches wohl eher ein leicht erklärlicher Irrthum anzunehmen. — In Bezug auf den Göldschik ist zu erwähnen, dass Haussknecht (zwischen 1865 und 1869) nur die eine Insel beim Dorf Göldschik kennt (s. seine Routenkarte von Kiepert). — Endlich muss meine Bemerkung über Tavernier (oben p. 97 u. 10) dahin klargestellt werden, dass in seinem »Ada-ketous« zwar der Name »Gduts« sicher enthalten ist, derselbe jedoch auf Achtamar bezogen scheint. Verwechslungen der Inseln und ihrer Namen habe ich wiederholt angemerkt, sie erscheinen noch auf jungen Karten des Wansees: so führt auf der oben erwähnten Karte von 1870 die Insel »Gduts« wieder den Namen »Arder«.

¹³⁶⁾ Mitth. der k. k. Geogr. Ges. 1888, p. 180 u. 181.

¹³⁷⁾ So erklärt Rawlinson eine bedeutende Anschwellung im 13. oder 14. Jahrhunderte.

gefunden hätte, als sie nach den neuesten Messungen angenommen werden dürfen.¹³⁸⁾

Monteith erfuhr von den Einwohnern von Enzilli, dass eine dreissigjährige Periode der Seeschwankungen bestehe. Er erwähnt, dass Hanway 1746 das Rinnsal der Wolga an ihrer Mündung doppelt so tief fand, als die Expedition von 1722, betont aber selbst die Unzuverlässigkeit gerade dieses Anzeichens. Dagegen war im Jahre 1784 (Forster) das Meer bis an die Wälle der Stadt Baku gestiegen, von welcher es im Jahre 1828 mindestens 400 *m* ($\frac{1}{4}$ mile) entfernt lag. Die eigene Erfahrung des englischen Reisenden zwischen den Jahren 1811 und 1828 bestätigte die Thatsache, dass der Kaspisee während dieser Zeit „ebenso wie jeder andere See in Persien“ abgenommen habe.¹³⁹⁾

Parrot, welcher¹⁴⁰⁾ 1833 die Meereshöhe des Kaspisees festzustellen hatte, gewann ebenfalls die Ueberzeugung, „dass der Wasserspiegel des kaspischen Meeres seit etwa einem halben Jahrhunderte in einem wirklichen, nicht bloß durch angeschwemmtes Land scheinbaren, wengleich äusserst schwachen Sinken begriffen ist“. Die beiden Thatsachen, welche er dafür anführt, beziehen sich jedoch nur auf den Rückgang der Wolga bei Astrachan in den letzten 30—40 Jahren. Hommaire de Hell 1847 meint, dass der Golf „Karaburghaz“ nahezu gänzlich verschwunden und die Insel Miankale der Karte von 1771 nunmehr zur Halbinsel geworden sei, deren Isthmus 1—1·2 *m* hoch liege. Dagegen habe die Insel Schurade, welche einst viel grösser gewesen sein muss, während der letzten vier Jahre bedeutend abgenommen, was wir kaum mit Hommaire als ein Werk von Wind und Wellen auffassen dürfen, da eine Abnahme ihrer Erhebung über den Seespiegel damit verbunden war.¹⁴¹⁾ Beobachtungen über die Strandlinie im Hafen von Baku¹⁴²⁾ ergeben für dieselbe einen Rückgang von 1804—30 um etwa 2886 *mm*, bis 1852 aber um 3360 *mm* und bis Frühjahr 1853 um 3865 *mm* unter den Wasserstand von 1804.¹⁴³⁾ Aus diesen Ziffern scheint ein kleiner Vorstoss oder doch Stillstand in den Vierzigerjahren hervorzugehen — und in der That begegnen wir demselben in der Zusammenstellung, welche Brückner nach rus-

¹³⁸⁾ Rawlinson, Proceed. R. Geogr. Soc., new ser. I (1879), 161, 163 ff., 168. — Unbestimmte Ueberlieferungen, wie die von Nowdeh bei Napier (J. R. G. S. 46. Bd., p. 111) lasse ich lieber unberührt.

¹³⁹⁾ Monteith, J. R. G. S., III (1833), 22 f.; er nennt insbesondere Veränderungen an den „backwaters“ von Enzilli und Gemischawan, in deren ersterem 3 neue Inseln entstanden waren. Ueber die angebliche Periode der Kaspischwankungen s. auch Klöden's Handbuch I, 590 (25—34 Jahre).

¹⁴⁰⁾ Parrot, Reise zum Ararat. Berlin 1834. II, 27 f. Ueber Versandung und Umgestaltung der Wolgamündungen s. Roskoschny, Die Wolga und ihre Zuflüsse. I. Bd. Leipzig 1887, p. 308 ff.

¹⁴¹⁾ Homm. de Hell, IV, 128 f. (Abnahme der Insel an Länge etwa 21·3 *m*.)

¹⁴²⁾ Dove, Berliner Zeitschrift 1856, 196.

¹⁴³⁾ Dagegen gibt Lenz bei Credner, die Deltas p. 72 einen Rückgang um mehr als 3 *m* für 1816—1830.

sischen Quellen gegeben hat¹⁴⁴⁾ — und welche die obigen Angaben westländischer Reisender trefflich bestätigt. Nach derselben war Hochstand 1685, Abnahme bis 1725, dann erhob sich der See zu einem Maximum um 1745, fiel bis 1766, stieg dann bis 1809, bez. 1814 (Maximum um 1815), fiel wieder bis 1842, erhob sich in den Jahren 1847—50, mit welchen genaue Pegelbeobachtungen beginnen. Die Mittel derselben sind nach Brückner folgende:

(Mittel der Stationen Baku und Aschur-ade.)

	1851/55	1856/60	1861/65	1866/70	1871/75	1876/80
<i>mm</i>	—21	—26	—19	+19	+16	+56,

sie ergeben also Abnahme bis etwa 1860 und Jahre hohen Wasserstandes von 1866 an bis Ende der Beobachtungsdaten, wobei ein kleiner Stillstand oder Rückgang vor 1875 beachtenswerth erscheint.

Die Bedenken, welche gegen die älteren Zahlen vorgebracht wurden, nämlich, dass auf dieselben örtliche Hebungen, wie sie 1880 und 1883 vorgekommen sein sollen,¹⁴⁵⁾ oder Abspülung und Anschwemmung in grösserem Masse einwirken könnten,¹⁴⁶⁾ lassen sich gegen dieses Mittel aus zwei so verschiedenen und so weit von einander entfernten Pegeln kaum halten.

Diese Bewegungen zeigen eine gewisse Aehnlichkeit mit jener der armenischen Seen und der Kaukasusgletscher; allein während das Maximum um (wohl vor) 1815 und der Beginn der Zunahme um 1860, bemerklicher seit 1865, verfrüht erscheint, fällt das Minimum um 1842 überraschend spät, und die positive Bewegung der Vierziger und Fünfziger Jahre ist zu einer blos dreijährigen Schwellung zusammengeschoben. Ausserdem ist in der letzten Anschwellungsperiode der Stillstand, bez. Rückgang um 1871/75 bemerkenswerth.

Allein diese Abweichungen werden uns weniger bedeutend erscheinen, wenn wir erwägen, wie ungemein gross das Einzugsgebiet des Kaspis ist, und in welchem Betrage mithin nicht nur weitverzweigte hydrographische Verhältnisse die Menge der Wasserzufuhr beeinflussen, sondern auch die Verschiedenheit des Weges, welchen gleichzeitige Niederschläge zum See zurücklegen müssen, und die verschiedene klimatische Beschaffenheit, die verschiedene Jahresperiode

¹⁴⁴⁾ Nach dem mir von Herrn Prof. Dr. E. Brückner gütigst überlassenen Manuscript seines Vortrags »Die Schwankungen des Wasserstandes im kaspischen Meer, dem schwarzen Meer und der Ostsee in ihrer Beziehung zur Witterung«, besprochen *Met. Zeitschr.* 1887, 232 f., welcher seither im Februarheft der *Annalen für Hydrographie* erschienen ist (p. 7 f. des Sonderabdrucks). Vgl. auch noch die an Hommaire de Hell gemahnde Stelle Napiers (1874) *J. R. G. S.*, XLVI, 121 und *Peterm. Mitth.* 1870, 342.

¹⁴⁵⁾ *Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik*, V (1883), 340. Abbott in *Proceed. R. G. S.*, III, 393 f. weist auf beständigen Wechsel in den Sonden derselben Meerestheile hin.

¹⁴⁶⁾ In der That berichtet z. B. Radde (*Peterm. Mitth.* 1881, 226) über die beständige Zunahme der Insel Sari während der Jahre von 1866—1880, trotzdem die Pegelbeobachtungen ein Steigen des Sees nachweisen.

u. s. w. der einzelnen Gebietstheile im jeweiligen Wasserstande zur Geltung gelangen können. Die Gesamtwirkung dieser Factoren muss eine gegenseitige Ausgleichung und mithin eine Dehnung der Perioden sein, wie wir sie wohl auch an anderen Seen von grossem Einzugsgebiete begegnen.

Schreiten wir weiter nach Osten!

Ueber die Seen Iráns vermag ich nur wenig anzuführen. Das bedeutendste Wasserbecken dieser Landschaft nach dem Urmiasee ist wohl jene Sumpflandschaft Sistan, in welcher der Hilmend endet, und die zeitweise ein grosses Ueberschwemmungsgebiet bildet, zeitweise aber wieder die beiden Hamun- (Zire) Seen und das umgebende Sumpfland deutlich unterscheiden lässt. Hier erfahren wir durch Major Lovett's Bereisung im Jahre 1872, dass seit Conolly's Besuch im Jahre 1842 eine bedeutende Abnahme der Wasserausdehnung stattgefunden habe.¹⁴⁷⁾ Dagegen scheint in den Achtziger Jahren, besonders 1887, eine neuerliche Anschwellung eingetreten zu sein.¹⁴⁸⁾

Vielleicht weist es auch auf Zunahme der Wassermassen in den beiden letzten Jahrzehnten hin, dass der westiranische Gawchane, den frühere Reisende gar nicht oder nur als Endversumpfung des Zajenderüd kennen und der nach älteren arabischen Quellen zeitweilig verschwunden und wieder aufgetreten zu sein scheint. von Schindler im Jahre 1879 und Stapf im October 1885 als vollgiltiger See vorgefunden ward.¹⁴⁹⁾ Wahrscheinlich jedoch erklärt sich dies einfach aus der Unkunde der älteren, nur ferne vorübergekommenen Erforscher, die wesentlich Erkundigungen bieten. Wohl etwas weiter führt uns das 1878/79 gemeldete Ueberfliessen des vorher abflusslosen afghanischen Abistadasees in den Fluss Arghasan, welches nach Angabe der Eingebornen nicht die erste Erscheinung dieser Art an dem genannten See darstellen soll.¹⁵⁰⁾ Wir können also wohl ver-

¹⁴⁷⁾ Lovett, J. R. G. S., XLIV, p. 146 ff. (10—12 feet) vgl. 149. Ueber den Stand dieser Landschaft im Allgemeinen und mögliche ältere Schwankungen s. Goldsmid, J. R. G. S., XLIII, 71 f. und Karte (Proc. XVIII, 88, 94), Rawlinson, J. R. G. S., XLIII, 278 ff., 293 und Karte, Barns, J. R. G. S., XXXVII, 342, ferner die Karte Proc. new, VIII, 216. Aus Rawlinson's (279) Angaben über eine 1830 stattgehabte Umlegung des Helmendbettes ersehen wir, dass seither im Ganzen dieselben hydrographischen Verhältnisse vorherrschten und Lovett die Abnahme des Ueberschwemmungsgebietes am »Kuh-i Kwajah« mit Recht auf klimatische Ursachen zurückführt.

¹⁴⁸⁾ Merk, Proceed. new ser., VIII, 331 f., vgl. die oben genannten Karten.

¹⁴⁹⁾ Die Literatur über ihn s. Stapf und Polak, Mitth. der k. k. Geogr. Ges. 1885, 518—522 (Polak vermuthet Katabothren an ihm), Stapf ebendort 1886, 280 f. und Proceed. R. G. S., VII, 816.

¹⁵⁰⁾ Proc. R. G. S., I, 133 ff., II, 516 vgl. 215. — Broadfoot (1839) in Supplementary Papers of the Roy. Geogr. Soc. I, p. 349 f. (Karte p. 437) nennt den See salzig und erzählt, dass die Afghanen behaupteten, derselbe besitze einen Abfluss, was der Reisende jedoch nicht glauben wollte. Er erwähnt Ufermarken, die er indess den Jahresschwankungen zuschreibt; daraus scheint hervorzugehen, dass der See damals im Sinken war, jedoch eine Zeit höheren. die Abflusshöhe erreichenden Standes noch als normaler Zustand in der Erinnerung sich erhalten hatte.

muthen, dass der Urmiasee auch in seinen Schwankungen als Vertreter Irans erscheint und seine Uebereinstimmung mit den Gebirgsseen Armeniens auf eine solche zwischen den letzteren und den Gesamtwasserverhältnissen des iranischen Tafellandes hinweist.

Ueber die anderen Seen A si e n s kann ich nur Weniges anführen. Was jene der nördlichen Gebiete betrifft, so wird an denselben in Folge des trockenen Klimas eine beständige Abnahme wahrnehmbar, welche die daneben wohl vorhandenen kürzeren Schwankungen der Beobachtung leicht zu entziehen vermag, da ihr Fortgang ein ungewein rascher ist. Wir hören denn auch in erster Linie von ihr berichten: so für den Aralsee, der, wie es scheint, nicht nur von 1848 (vielleicht schon 1826?) bis 1858, sondern trotz einer seine Wasserzufuhr vermehrenden Umgestaltung des Amu Darya auch noch zwischen 1858 und 1874 zurückgegangen ist,¹⁵¹⁾ so auch für die Seen von Sibirien¹⁵²⁾ und für den Balchaschsee, der in historischer Zeit in mehrere Becken zerlegt ward und mindestens seit 1852 beständig abzunehmen scheint.¹⁵³⁾ Daneben ist jedoch immerhin erwähnenswerth, dass die Anwohner des Aralsees demselben eine vier- bis fünfjährige Schwankungsperiode zuerkennen.¹⁵⁴⁾

Am Alakul¹⁵⁵⁾ wurden in der Zeit von 1840—42 Anzeichen einer unmittelbar vorangegangenen Abnahme beobachtet; in den Sechzigerjahren dagegen lagen wieder solche für eine im Gange befindliche Anschwellung vor.*) Den grossen Karakul fand Forsyth 1873/74 in Abnahme, zumindest seine Inseln im Verlanden begriffen.¹⁵⁶⁾ Der grosse Pamirsee (Sirikol oder „Victoria Lake“ Woods), jetzt

¹⁵¹⁾ Vgl. Hann, Oesterr. Zeitschr für Meteor., II, 116; Herbert Wood, J. R. G. S., XXXV, 367 ff., 371 f., 403 ff.; Butakoff, ebendort, XXXVII, 152 bis 160; Whitney Climatic changes, Cambridge, Mass., 1882, p. 127; Peterm. Mitth. 1875, 363; Credner: Die Deltas, p. 72 f.

¹⁵²⁾ Vgl. Jadrinceff's Karte in den Izwestija der Petersburger Geogr. Ges. 1886 (Heft XXII), p. 80. (Auszug seines Aufsatzes in Proc. R. G. S., VIII, 645.)

¹⁵³⁾ Peterm. Mitth. 1868, 73 ff.; 1885, 148; Credner: Die Deltas, 73. Nach Nicolsky (bei Venukoff, Comptes Rendues de l'Academie, Paris 1886, II, 1045, vgl. Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik, IX, 496) beträgt der Rückgang 1 m für je 14—15 Jahre.

¹⁵⁴⁾ Klöden, Handbuch, I, 590. — Die Zunahme des Baikalsees 1862 erfolgte in Folge einer durch Erdbeben hervorgerufenen Senkung ausgedehnter Ufergebiete (Suess, Antlitz der Erde, I, 44). — Credner, Relictenseen, II (Peterm. Ergänzungsheft, 89), p. 45, sagt vom Aral- und Kaspisee, dass ihre Einschumpfung noch heute unablässig vor sich gehe; am Kaspisee besonders am Nordende. Was davon nach Abzug unserer Schwankungsamplitude überbleibt, dürfte sich wohl genügend aus der Deltabildung der Wolga und der von Credner nach Helmersen a. a. O. erwähnten Austiefung des südlichen Beckens des Sees erklären.

¹⁵⁵⁾ Peterm. Mitth. 1868, 79—81.

*) Durch ein Missverständnis der angeführten Stelle habe ich diesen See in Tabelle II undeutlich, in Tab. III falsch eingetragen. Er hat nämlich nicht, wie dort angenommen, etwa 12 Jahre bis ungefähr 1860 (1865?) abgenommen, sondern sein Minimum war 12 Jahre vor der nicht genau zu ermittelnden Epoche.

¹⁵⁶⁾ Peterm. Ergänzungsheft 52, p. 59.

wie 1838 Quellsee eines Oxusarmes, war vielleicht noch 1759 Salzsee; mindestens lassen sich chinesische Berichte dahin deuten.¹⁵⁷⁾

Sicherer bezeugt ist die seit langer Zeit erfolgende Verringerung der tibetanischen Seen,¹⁵⁸⁾ allein an dem grössten derselben lassen sich auch kürzere Schwankungen beobachten. Dieser Pangongsee oder Tsomagnalari ist nach Strachey innerhalb der Jahre 1821 bis 1848 zurückgegangen; Schlagintweit 1856 traf ihn so nieder, dass der schmale Verbindungscanal zwischen dem „oberen“ und „unteren“ See den grössten Theil des Jahres trocken lag, und erkundete von einem seiner Meinung nach höchst zuverlässigen Manne, dass vor 1841 jährliche Maxima von 4 bis 5 Feet über dem normalen Stande häufig waren, seither aber nicht mehr eintraten.¹⁵⁹⁾ Im Jahre 1863 wurden Spuren älteren Hochstandes, daneben aber auch Anzeichen beobachtet, dass der See schon einmal unter seinem dermaligen Stand herabgegangen sei.¹⁶⁰⁾ Sollten letztere sich als jung erweisen lassen, was an sich wahrscheinlich ist, so wäre der Beginn neuerlicher Anschwellung vor 1863 anzusetzen.

Ueber den abflusslosen Lob Nor, den Przewalsky 1876 als süssen, von Salzsumpf umgebenen Flachsee fand, bemerkt dieser Reisende: er sei vor 30 Jahren tiefer und reiner gewesen, in Folge der Abnahme seines Zuflusses, des Tarim, dann etwa 20 Jahre lang gesunken; seit 6 Jahren sei er jedoch wieder im Zunehmen begriffen und überschwemme das Uferland.¹⁶¹⁾

Fassen wir diese Angaben zusammen, so erscheinen an den meisten dieser Seen im Vergleiche zu den armenischen parallele, aber verspätete Bewegungen.

Das Gegentheil, eine Verfrühung, zeigt sich, wenn wir von den armenischen Seen nach Westen gehen, also nach Europa. Hier bietet sich die Gelegenheit der Vergleichung zwischen Seen und benachbarten Gletschern vor Allem an den Alpen. Wir haben die Bewegungen der Kaukasusgletscher unserer Tabelle einverleibt; wollen wir auch die Alpengletscher beiziehen, so sind wir vor die schwierige Wahl zwischen der Bezeichnungsweise von Fritz und Heim und jener von Forel gestellt. Erstere betrachten nämlich als „Periode des Voroder Rückganges“ jene Zeiträume, in welchen die Mehrzahl der bekannten Gletscher sich in dem betreffenden Sinne bewegte. Forel aber tritt dem Wesen der Sache näher, indem er das Percentverhältniss der vorrückenden Gletscher zu der Gesamt-

¹⁵⁷⁾ John Wood, *Journey to the Source of the Oxus*. new edition by his son with an essay on the geography of the valley of the Oxus by Col. Yule. London 1872, pp. C—CII, 232, 236 f. Vgl. *Peterm. Ergänzungsheft* 52, p. 60. —

¹⁵⁸⁾ Herm. v. Schlagintweit, *Abhandl. der math.-phys. Classe der bayr. Akad.*, XI, 1874 (p. 101 ff. bes. 118—139).

¹⁵⁹⁾ Strachey, *J. R. G. S.*, XXIII, 46 ff., Schlagintweit a. a. O. 135, 139.
¹⁶⁰⁾ Godwin-Austen, *J. R. G. S.*, XXXVII, 349, vgl. Trotter in derselben *Zeitschrift*, XLVII, 91 f. und Karte (1873).

¹⁶¹⁾ Przewalsky, *Peterm. Ergh.* 53 (1878), p. 21; vgl. Forsyth, *Ergh.* 52, p. 58. —

zahl aller beobachteten Gletscher in's Auge fasst. Die Jahre, in welchen dieses zunimmt, bedeuten für ihn Zeiträume positiver, jene, in welchen es abnimmt, aber solche negativer Bewegung, so dass die Endjahre dieser Perioden jedesmal ein Maximum, beziehungsweise Minimum darstellen. Diese Art der Bezeichnung erscheint besonders geeignet zur Vergleichung mit den Bewegungen von Seen — allein Forel konnte das Percentverhältnis der Gletscher nicht für jedes Jahr, sondern nur von 5 zu 5 Jahren darstellen, sein Maximum oder Minimum ist daher nicht immer das wirkliche, sondern wir haben eine künstliche Abrundung der Thatsachen vor uns, welche für den Zweck einer genauen Vergleichung nicht wünschenswerth ist.¹⁶²⁾ Ausserdem reichen Forel's Perioden nicht über das Jahr 1800 zurück, und es war also schon wegen der gelegentlichen Erwähnung älterer Daten wünschenswerth, eine fortlaufende Reihe, wie jene von Heim einzuführen. Ich habe mich daher kurz entschlossen, beide — die historisch besser beglaubigte und die naturwissenschaftlich richtig gedachte Eintheilung — nebeneinander zu stellen.¹⁶³⁾

Der Unterschied zweier Betrachtungsweisen, der hier berührt wurde, stellt sich auch der Anlegung einer Tabelle über die Bewegungen solcher Seen, welche nicht Gegenstand unablässiger Beobachtung seit Jahrzehnten waren, hindernd in den Weg. Der Zeitraum, während dessen ein See Hochstand oder Tiefstand aufweist, oder anders ausgedrückt, währenddessen er ununterbrochen über, beziehungsweise unter dem oft gar nicht genügend bekannten Mittel seiner Uferlinie verharrt, ist sehr verschieden von dem Zeitraum fortdauernder Zunahme des jährlichen Wasserstandsmittels oder beharrlicher Abnahme desselben, den wir hier in erster Reihe in's Auge fassten. Der Endpunkt der Bewegung, das Maximum oder Minimum des Wasserstandes, pflegt etwa die Mitte einer Hoch- oder Tiefstandsperiode zu bezeichnen. Allein unsere mangelhaften Quellen, die nur selten ein Mass der Bewegung bieten, halten oft genug beide Begriffe nicht genügend auseinander. Daher musste, wenn die Tabelle ihre Uebersichtlichkeit nicht durch allzuviel Anmerkungen verlieren sollte, das Zeichen „+“ bald „Zunahme“, bald wieder „Hochstandsjahre“ oder „Gipfelpunkt der Bewegung“ und ebenso das „—“ „Abnahme“ „Tiefstand“ und „Endpunkt der Rückgangsbewegung“ be-

¹⁶²⁾ So fällt das Maximum um 1815 eigentlich auf 1818/9.

¹⁶³⁾ Die Quellen über die Bewegung der Alpengletscher s. bei Fritz, Peterm. Mitth. 1878, 386. Heim, Gletscherkunde, Stuttgart 1883, p. 500—530. Forel, Les variations periodiques des glaciers des Alpes. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, XXI (Bern 1886), 359 ff., XXII 219—254. Ann. Club Alp. Franc. XIII 564 ff. Die genannten Werke enthalten auch den Stoff für die ausseralpinen Gletscher. Ueber den wahrscheinlichen Rückgang der nordamerikanischen Gletscher von 1870 (1863?) bis 1883 s. Russell im V. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey (Washington 1885) p. 323, 334, wie auch 343, 345 f., 350. Ueber südamerikanische (Adagletscher im Rückgang, p. 109) vgl. »Paul Güssfeldt's Reisen in den Andes von Chile und Argentinien 1882/3.« Berlin 1888, über den Tienschan (Rückgang) und nordwestlichen Himalaya (neuestens Vorstoss) Diener, Peterm. Mitth. 1888, 152. Ueber die Pyrenäen s. unten.

zeichnen. — Die Tabelle wurde ausserdem so angeordnet, dass die kleinsten Jahresfolgen, die zu Tage treten, sozusagen die kürzesten Wellen der Schwankung zu Grunde gelegt wurden. So wurde deutlich, wie an manchen Seen — und in den Gletscherbewegungen durchaus — oft eine längere Welle an Stelle mehrerer kurzer tritt, richtiger gesagt, wie Schwankungen von geringerer Zeitdauer zu so geringem Betrag herabsinken können, dass sie sich der Beobachtung entziehen und eine halbhundertjährige oder längere Periode unveränderten Standes oder fortlaufender gleichsinniger Bewegung verzeichnet wird. Andererseits erschien die Zugrundelegung der vorgeführten, an den armenischen Seen beobachteten 7 oder 8 Wellen für unser Jahrhundert zweckmässig, um zu veranschaulichen, wie die gleichförmige Bewegung an diesem oder jenem See gegen die eines andern sich verfrüht, verspätet oder zugleich eintritt. Allein sie entbehrt doch nicht einer gewissen Willkürlichkeit, indem die hier vorgeführten Wellen nicht überall die kürzesten sind, sondern gerade genauer beobachtete Seen, wie der Lake George, noch kleinere Unterperioden von oft nur 2 bis 3 Jahren aufweisen, welche die Curve sozusagen zerzausen und deren manche mit Hauptanschwellungen an anderen Seen scheinbar zusammenfallen.

Gerade der Betrag der Schwankungen, der hier einen Massstab abgeben könnte, kann aber in der Tabelle nicht ersichtlich gemacht werden und ist auch nicht in allen Fällen genügend bekannt. Eine Anordnung der Tabelle nach Fünfjahrsmitteln, welche die grossen Fluthen von den gelegentlichen Störungen besser unterscheiden liesse, kann ebenfalls nicht durchgeführt werden, da in den wenigsten Fällen die erforderlichen Angaben vorliegen.

Die letzterwähnten Hindernisse stellen sich auch der versuchten Darstellung der Bewegung durch Curven entgegen; in vielen Fällen werden sich dieselben zwischen zwei ganz willkürlich gezeichneten Horizontalen bewegen müssen, deren eine sämtliche Maxima, die andere sämtliche Minima in sich fasst und zwischen denen in ebenso willkürlich gewähltem Abstände die ausgesprochen „secundären“ Maxima und Minima eingeschoben werden. Wo nur von Folgen wasserreicher oder wasserarmer Jahre die Rede ist, muss deren Mitte den Gipfel- oder Thalpunkt der Curve abgeben. Allein so roh dieses Bild ist, so anschaulich werden jene wenigen Curven, die auf genauen Zahlenangaben beruhen, dem Beschauer entgegenreten, und ihre Beziehung auch zu den nur ungefähr entworfenen wird deutlicher ersichtlich, als auf der Zifferntabelle. Zudem gestattet diese Art der Darstellung eine willkommene Unterscheidung zwischen sicher Bezeugtem und Bewiesenem und der mehr oder weniger bestimmten Vermuthung durch die Einführung gebrochener neben fortlaufenden Linien.

Diese in Tab. III angewendete Bezeichnungsweise gestattet uns auch, Rücksicht auf die Abflusseen zu nehmen und ihr Verhältnis zu den geschlossenen Wasserbecken zu erfassen. Es ist klar, dass an diesen Seen seltener eine durch Jahre andauernde fortgesetzte Zu- oder

Abnahme zu beobachten sein wird, deren Ausgangs- und Endpunkt man auf das Jahr hin, oder wie z. B. beim Fucino und beim Tanganyika, auf den Tag genau bestimmen könnte. Denn die Anhäufung des Jahresüberschusses, welche die Anschwellung im Gange erhält, wird hier durch die gleichzeitige Zunahme des Abflusses verhindert oder doch abgeschwächt; anderseits ist in den Perioden niederen Standes der Wasserentgang durch den ebenfalls verringerten Abfluss weniger bedeutend, als sonst. Daher kann es sich bei diesen Seen kaum je um Vergleichung der Jahresstände handeln, sondern nur um eine Nebeneinanderstellung der Mittel von gleich grossen, aber mehrjährigen Perioden, bei deren Wahl freilich die Willkür nicht ganz ausgeschlossen erscheint. In der Zifferntabelle war deren Eintragung von einiger Schwierigkeit, die Curven dagegen waren leicht zu gewinnen, indem die für ein Fünfjahrsmittel angegebene Höhe in dem dritten (mittleren) Jahre der betr. Pentade aufgetragen und diese Punkte verbunden wurden. Dasselbe Verfahren wendete ich auf den Kaspisee seit 1851 an und ebenso auf den Salzsee in Utah, da mir nur in dieser Gestalt eine Angabe über den Betrag ihrer Bewegungen vorlag; dass es bei ersterem in Folge der Ungleichmässigkeit einzelner Theile seines Einzugsgebietes auch innere Berechtigung hat, ihn ähnlich wie einen Abflusssee zu behandeln, dürfte nach dem oben Gesagten kaum bezweifelt werden.

Dass an diesen Abflussseen ebenfalls Schwankungen aus klimatischen Ursachen erkennbar werden, sobald wir den geschilderten Weg des Vergleiches zwischen Fünfjahrsmitteln betreten, zeigen unsere Curven; es ist an sich zu erwarten, da der Abfluss im Ganzen eine ziemlich gleich bleibende Wassermenge abführt, und diese in der Regel im Verhältnis zur Grösse des Sees nicht beträchtlich ist, so dass Wirkungen der Niederschlags-Veränderungen, sowie der Temperatur daneben sichtbar werden müssen.

Von besonderer Wichtigkeit aber wird diese Classe von Seen für die Vergleichung mit den alpinen Gletschern, da deren nächste Nachbarn fast durchaus derselben angehören. Abflusslose Seen in den Alpen sind nicht häufig, meist von geringem Umfang und in vielen Fällen Ergebnisse zufälliger Stauungen, bez. Abdämmungen, die mit deren Behebung wieder verschwinden. So dürften die Entstehung des Gurgler Eissees 1717/18, sein Durchbruch 1846 und in den drei nächsten Jahren, sein Austrocknen 1865 und seine spätere Neubildung wohl wesentlich von dem grösseren oder geringeren Widerstande abhängig gewesen sein, den die Gletscherverhältnisse seinem Abfliessen entgegengesetzten. Ebenso wird es sich mit den Durchbrüchen des Rofener Eissees um 1600 und 1677, bez. 1680 verhalten,¹⁶¹⁾ Die Durchbrüche von Abdämmungsseen, wie deren

¹⁶¹⁾ Siehe Wallmann: Die Seen in den Alpen. Jahrb. des Oest. Alpen-Ver., 4. Bd. (1868), p. 5 und 6; über den einsigen Eissee an der Pasterze p. 26 (1863 verschwunden); Grünsee s. Seeland. Zeitschr. des D. u. Oe. Alpen-Ver. 1887, 95 ff.

zahlreiche in den Alpen sich finden, gehen wohl auch in der Regel auf fortgesetzte Erosionswirkungen im lockeren Schutt ihrer Abperrungsdämme zurück; doch mag vielleicht genauere Beobachtung noch einmal nachweisen, dass an der entscheidenden Anschwellung klimatische Ursachen mitarbeiteten.¹⁶⁵⁾ Vorerst aber muss es sich darum handeln, die Wirksamkeit der letzteren an den Schwankungen wirklich abgeschlossener Alpenseen zu beobachten, wie uns solche z. B. im Molvenosee bei Trient, im bayrischen Eibsee u. a. vorliegen.¹⁶⁶⁾

Es ist ferner auch kaum anzunehmen, dass die zahlreichen Beispiele von gänzlichem Austrocknen einstiger Seen, die aus den Alpen berichtet werden, ausnahmslos auf Alluvial-Anhäufungen und Anzapfungen zurückgehen; genauere Forschung dürfte zweifellos einzelne, klimatisch zu erklärende Fälle ergeben.¹⁶⁷⁾

Die Bewegungen der grossen alpinen Flusseen, soweit sie uns bekannt sind, zeigen eine befriedigende Uebereinstimmung mit den Gletscherschwankungen. Leider fehlen für viele dieser Becken genaue Beobachtungen, für andere sind sie noch nicht veröffentlicht, und die vorliegenden Bearbeitungen wenden alle Aufmerksamkeit der Erscheinung der jährlichen Bewegung allein zu. Doch mögen hier einige Beispiele herausgegriffen werden.

Für den Genfersee hat uns Dufour¹⁶⁸⁾ eine Zusammenstellung der jährlichen Maxima auf einen einheitlichen Pegel umgerechnet, für die Jahre bis 1843 geliefert, leider ohne die jährlichen Mittelwasser zu verzeichnen. Wir können daher nur Perioden, in welchen das Jahresmaximum durchschnittlich hoch war, und solche, in welchen dasselbe einen geringeren Betrag erreichte, miteinander vergleichen. Dufour selbst gibt folgende Mittel:

für Jahre zw. 1775 u. 1791 (9 J., wobei die Umrechnung nicht durchaus sicher) **76·5** pouces du pied royal (2·0655 m),

für 1792—1801 (10 J.) 76·13 = 2·0555 m

1802—1811 (10 J.) 78·47 = 2·1187

1812—1821 (10 J.) 77·70 = 2·0979

1822—1831 (10 J.) 74·30 = 2·0061

1832—1843 (12 J.) 74·62 = 2·0147

Gesamtmittel 76·25 = 2·0588 m.

¹⁶⁵⁾ Für den Kummersee im Passeierthal z. B. sind Ausbruchsjahre 1419, 1503, 1512, 1572, 1721, 1772. (Böhm, Hochseen der Ostalpen, Mitth. der k. k. Geogr. Ges., Wien 1886, p. 633.)

¹⁶⁶⁾ Wallmann, 36, 109; im Jahrb. des Oest. Alpen-Ver. 1863, 205, berichtet z. B. Vermut über eine Abnahme des Lünensees in Montatun und Ueberlieferung von einstigen Hochfluthen desselben. (Wallmann, 108 f., schreibt ihm unterirdische Ausflüsse zu.)

¹⁶⁷⁾ Ueber das »Ende der Seen« und Beispiele siehe u. A. Wallmann a. a. O., 10 f., 32. Geistbeck, Zeitschr. des D. u. Oest. Alpen-Ver. 1885, 351 bis 353; derselbe, Mitth. des Ver. für Erdk. in Leipzig 1884, p. 341. Böhm a. a. O. 639 (in Tirol seit 1774 nicht weniger als 118 Seen erloschen).

¹⁶⁸⁾ Dufour, Mémoire sur les hautes eaux du lac Léman. Bibl. Univ. 1844 avril (vol. 50), p. 322—334, insbesondere wichtig 332 und 333 und die beigegebene graphische Darstellung.

Daraus wird deutlich, dass die höchsten Fluthen dem Anfange des Jahrhunderts angehören, dann ein leichter Rückgang im Jahrzehnt 1812—21, ein starker im folgenden statthatte und von 1832 bis 1843 wiederum eine Zunahme der Maxima eintrat.

Auch der Versuch, aus den einzelnen Jahresmaximis natürliche Gruppen von Jahren grosser und solchen geringerer Anschwellung zu erkennen, ist hier nicht so schwer, als man bei der oft grossen Verschiedenheit nebeneinanderstehender Ziffern vermuthen sollte. Wir gewinnen für die Jahre bis 1794 ein Gesamtmittel von $80.4'' = 2.1708 m$, trotzdem die vier Jahre 1788—91 nur eine Durchschnittshöhe von $74.75''$ aufweisen ($= 2.0183 m$). Ferner:

1795—1803 (9 J., 7 nieder, Min. 1803)	69.7''	=	1.8819 m
1804—1809 (6 J., 4 hoch, Max. 1809)	81.95	=	2.2127
1810—1815 (6 J., 5 nieder, Min. 1815)	70.33	=	1.8989
1816—1821 (6 J., 4 hoch, Max. 1817)	84.33	=	2.2769
1822—1826 (5 J., 4 nieder, Min. 1825)	74.20	=	2.0034
1827—1831 (5 J., 4 hoch, Max. 1831)	76.40	=	2.0628
1832—1836 (5 J., 4 nieder, Min. 1832)	67.80	=	1.8206
1837—1843 (7 J., 6 hoch, Max. 1843)	79.50	=	2.1465

Oder die grösseren Wellen beachtet:

1804—1821 (18 J.)	78.87	=	2.1295 m
1822—1836 (15 J.)	72.80	=	1.9656

Letztere fallen beinahe mit Heim's Perioden zusammen; allein man darf nicht vergessen, dass sich die kleineren Gruppen auch auf andere Weise zusammenfassen lassen, etwa 1795—1815 als niedere, 1816—1831 als hohe Jahre. Daher ist es wichtiger, dass unsere Maxima und Minima recht hübsch mit denjenigen der Procentzahl vorrückender Gletscher nach Forel und — ich darf hier wohl vorgehen — des abflusslosen Fucinosees zusammentreffen: 1800 Beginn der positiven Gletscherbewegung, 1803 absolutes Minimum des Genfersee-Hochwassers, um dieselbe Zeit niederer Stand des Fucino; 1815 (1819) Beginn der negativen Gletscherbewegung, 1816—20 Maximum des Fucino, 1816—21 der Hochwässer am Leman, endlich 1830 neuerlicher Wendepunkt der Gletscherbewegung, 1835 Minimum des Fucino, 1832—36 Minimum in Dufour's Tabelle.

Muss nun aber auch, was von der Curve der Jahresmaxima gilt, ohneweiters auf die Curve der Mittelwasser Anwendung finden? Eine allgemeine Antwort auf diese Frage kann jedesfalls erst aus sorgsamer Vergleichung dieser Curven für eine grössere Anzahl von Seen gewonnen werden. Vorläufig sei mir aber gestattet, auf Woeikoff's (unten noch anzuführende) Zahlen für die amerikanischen Süsswasserseen hinzuweisen, denen zufolge die Curve der Maxima in der Regel zwar nicht parallel, aber doch gleichsinnig mit jener der Mittel verläuft. Entgegengesetzte Bewegung beider scheint nur gelegentlich aufzutreten, selten aber mehrere Jahre anzudauern, und

nur in Ausnahmefällen, wo der Bewegungsbetrag ein sehr geringer ist, an der Curve der Fünfjahrsmittel sichtbar zu werden.¹⁶⁹⁾

Für fließende Gewässer scheint allerdings diese Ausnahme zur Regel zu werden, und die Zusammenstellungen von Wex¹⁷⁰⁾ haben gezeigt, dass Perioden geringeren Mittelstandes sich durch besonderen Reichtum an plötzlichen und gewaltigen Hochfluthen auszeichnen können. Allein andererseits hat v. Frey¹⁷¹⁾ nachgewiesen, dass die Curve der jährlichen Anschwellung an den Seen anders zu verlaufen pflegt, als an den in sie eintretenden Flüssen, indem nämlich in den ersteren eine Aufstauung der zugeführten Wassermassen stattfindet und die Abführung derselben verspätet, aber gleichmässig stattfindet. Der Maximalstand des Sees ist mithin nicht wie jener des Flusses, in der Regel das Ergebnis plötzlicher Anschwellung von geringer Dauer, sondern einer längeren Ansammlung, für welche vielleicht die bedeutendste Hochfluth des Stromes nicht einmal der massgebende Factor war. Und wir dürfen daher auch nicht ohne Weiteres auf die Süßwasserseen übertragen, was von den Flüssen gilt. Die Frage bleibt offen

Müssen wir aber nach all dem Gesagten zweifeln, ob wir die Curve der Jahresmaxima und jene der Jahresmittel in der Regel als gleichsinnig anzunehmen haben, so wird dieser Zweifel doch etwas abgeschwächt, sobald es sich um eine kleine, aber scharf ausgeprägte Gruppe von Jahren handelt, in welchen das Maximum des Wasserstandes regelmässig und um überraschend hohe Beträge sich über sein eigenes Mittel erhebt, oder ebenso hartnäckig hinter demselben zurückbleibt. In solchen Fällen, wie die Jahresgruppen 1816—18 oder 1832—36 sie für den Genfersee darstellen, scheint die Gleichmässigkeit der Erscheinung und das Abstechende derselben neben den buntgemengten Zahlen der Nachbarjahre auf allgemeinere Ursachen hinzudeuten: das absolute Maximum und das absolute Minimum können doch wohl nicht ohne einen allgemeinen hohen oder niederen Stand des Sees gedacht werden!

Für die Verhältnisse des Genfersees vermochte ich einige ältere Zahlen anzuführen; Dufour bemerkt, dass seine Bewegungen auch zeitlich mit jenen der anderen Schweizer Seen zusammenfallen — und dadurch gewinnen diese an sich mager

¹⁶⁹⁾ Wie z. B. am Ontario:

Jahre	Mittel der Mittelwasser	Mittel der Hochwasser
1859—64	89·8 <i>cm</i>	118 <i>cm</i>
1864—69	68	105
1869—74	63·2	106·6
1874—78	59·75	107·7

¹⁷⁰⁾ Wex. »Ueber die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen bei gleichzeitiger Steigerung der Hochwässer.« Mitth. der k. k. Geogr. Ges. Wien 1873, p. 398 f. und »Oesterr. Eisenbahn-Zeitung« 1880, Nr. 48.

¹⁷¹⁾ Zeitschr. des D. u. Oest. Alpen-Ver. 1885, pp. 85—89 (»Ueber die Schwankungen der Gletscher und Seen«).

Angaben erhöhten Werth.¹⁷²⁾ Für die späteren Jahre jedoch bin ich nicht im Besitze entsprechend ausführlicher Nachrichten. Forel's Buch über den Genfersee verzeichnet den Juli 1817 als absolutes Maximum, den Februar 1830 als absolutes Minimum des ganzen Zeitraumes 1806—1880; die grössten Hochstände fallen in absteigender Ordnung auf die Jahre 1817, 1846, 1816, 1879, 1877, 1876, womit wohl auch gesagt ist, dass die letzten Jahre vor 1880 im Allgemeinen hohen Wasserstand des Sees bedeuten.^{173)*)} Ausserdem sei mir gestattet, darauf hinzuweisen, dass der Winter 1853/4 das absolute Minimum für alle Schweizer Seen bedeutete, am Zürchersee 1 Fuss unter die niederste vorher bekannte Wassermark (1674) herabsank und die eigentliche Entdeckung der Pfahlbauten ermöglichte. Daneben scheinen niedrigere, den Ausgrabungen förderliche Winterstände an den Seen auch 1843/4, 1851, 1857/8, 1862 und 1864 eingetreten zu sein. Auch für den Bodensee bedeutet 1817 ein Maximum, 1853/4 das Minimum.¹⁷⁴⁾ Doch scheint dieser letztere niedrigere Winterstand von wasserreichen Jahren umgeben, da die Fünfjahrsmittel sich folgendermassen stellen:¹⁷⁵⁾

1816-20	1821-25	1826-30	1831-35	1836-40	1841-45	1846-50
cm + 4	+ 0	- 2	- 14 ^x	- 3	+ 1	+ 1
1851-55	1856-60	1861-65	1866-70	1871-75	1876-80	
cm + 10	- 17 ^x	- 16	+ 5	+ 5	+ 28,*)	

also nach einem um 1815—17 anzusetzenden Maximum Abnahme bis Anfang der Dreissigerjahre, dann eine durch kurzen Stillstand um 1850 unterbrochene Anschwellung bis Mitte der Fünfzigerjahre, rasche

¹⁷²⁾ p. 333: en un mot, il se passe dans le lac Léman ce qu'on remarque dans tous les autres lacs de la Suisse, qui, aux mêmes années, aux mêmes époques et presque simultanément, présentent les mêmes anomalies de hausse ou de baisse, tout en conservant un niveau moyen constant pour les hautes eaux.

¹⁷³⁾ Forel, Le lac Léman. Bâle 1886, p. 3, 8 ff.

*) Von Herrn Professor Forel erhalte ich die 5. Serie seiner Limnometrie du lac Léman (Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. XVII, 1881, p. 285 bis 390), kann ihr jedoch leider nur mehr Folgendes entnehmen: Fünfjahrsmittel der Mittelwasser (seit 1818) sec. Max. 1821/5, Hauptmin. 1831/5, Max. 1841/5, Min. 1851/60, sec. Max. 1866/70, leichter Rückgang 1871/5, Hauptmax. 1876—80, das Jahr 1880 jedoch schon nieder. Von den Curven der Fünfjahrsmittel läuft jene der Minima fast parallel zu derjenigen der Mittelwasser, aber auch die Curve der Maxima zeigt nur geringe Abweichungen (z. B. Fehlen des Rückganges um 1871/5).

¹⁷⁴⁾ Ferdinand Kellers Berichte über die Pfahlbauten, I, 68 f., 86, Taf. I, Fig. 1 (1854); II, 121 f., 125, 129 (1858); V, 156 und Taf. VIII, 1 (1863) und VI, 272, Taf. VI, 1 (1866). Bodensee Min. 13½ Fuss, Stand vom December 1864 11½ Fuss unter dem Maximum (Juli 1817). Wallmann im Jahrb. des Oesterr. Alpen-Ver. 1868, p. 31, kennt auch eine abnorm hohe Sommeranschwellung des Bodensees 1770, also bei vorrückender Bewegung der Gletscher, des Trasimen- und Neusiedlersees.

¹⁷⁵⁾ Brückner, Schwankungen des Wasserstandes im kaspischen Meer (nach Honsell), p 11 u. 12.

*) Auf Tab. III heisst es durch Versehen 1 : 500 statt 1 : 50, bei Brückner p. 12 ist ebenfalls durch Druckfehler »m« statt »cm« geschrieben.

Abnahme bis 1860 und eine ruckweise, um 1871—75 unterbrochene, dann aber beträchtliche Anschwellung bis in die letzten Jahre.

Für die bayrischen Seen theilt Soyka die Jahresmittel mit, welche an deren Ausflüssen zwischen 1856 und 1885 beobachtet wurden. Daraus ergeben sich folgende Fünfjahrsmittel (in Millimetern): ¹⁷⁶⁾

	1856-60	1861-65	1866-70	1871-75	1876-80	1881-85
Würm . .	480	490	496	496	570	512
Amper . .	280	282	358	296	372	22,

also Zunahme der Mittel bis 1870, dann Rückgang oder doch Stillstand, 1876—80 Maximum, zum Schluss ein Rückgang, der bei der Amper freilich nur in Folge einer Tieferlegung des Strombettes einen so ungeheuren Betrag erreicht. Maxima sind in den Jahren 1860, 1867 und 1877 8, Minima in den Jahren 1865 und 1885, ferner an der Amper 1873/4, an der Würm hingegen 1869. Doch ist auch für letztere 1874 ein Jahr von niederem Mittel. Eine Zusammenfassung der einzelnen Jahresmittel zu einer einfachen Curve oder natürlichen Gruppen ist jedoch hier nicht möglich. Nur 1859—61 und 1875 bis 1878 standen beide Seen über, 1856—58 beide unter dem Mittel.

Vom Gmundnersee weiss ich nur einige Hochwasser anzuführen: 1787 (29. Nov.) $3\frac{1}{2}m$ über dem gewöhnlichen Stande, 1736 um 0.6 und 1594 sogar $2.5m$ über dieser Marke von 1787, am 2. Febr. 1862 aber fast $2m$ über Null.¹⁷⁷⁾ Weitere Zahlen stehen mir nicht zu Gebote.

Doch wird die Uebereinstimmung der meisten Bewegungen an den genannten Seen — ich bemerke, dass der Stillstand des Vorrückens um 1871—75 sich am Kaspisee wiederfindet — in Verein mit den von Lang, Brückner und Soyka vorgebrachten Bewegungsdaten des Klimas und des Grundwassers für Mitteleuropa es mindestens sehr wahrscheinlich erscheinen lassen, dass die Seen an der Nordseite der Alpen gemeinsamen Bewegungen unterliegen. Die Gipfel- und Thalpunkte derselben erscheinen in ähnlicher Weise verfrüht gegenüber denjenigen an den armenischen Seen, wie die Bewegungsperioden der Gletscher in den Alpen gegenüber jenen im Kaukasus.

Es ist bereits erwähnt worden, dass diese Bewegungen der Alpenseen in Uebereinstimmung mit denjenigen eines der nächstgelegenen abflusslosen Seen vor sich gehen. Ich meine den Lago

¹⁷⁶⁾ Soyka, Die Schwankungen des Grundwassers. Geogr. Abhandl. herausgegeben von Penck, Bd. II, Heft 3, p. 74—77.

¹⁷⁷⁾ Simony, Schriften des Ver. zur Verbr. naturw. Kenntn., Wien 1879, p. 551. —

Fucino, dessen Schwankungen schon Strabon erkannte und beschrieb.¹⁷⁸⁾

Nach einer starken Anschwellung desselben um 1600 lassen uns Angaben aus den Jahren 1656 und 1683 für dieselben, insbesondere für das letztere niedrigen Wasserstand vermuthen.¹⁷⁹⁾ Für die Jahre 1748—80 soll ein Punkt etwas über 9 *m* unter dem Maximum von 1816 die Grenze der höchsten Ueberschwemmungen gebildet haben und insbesondere wird 1752 als Jahr geringer Wasserhöhe genannt. Für 1783 ist der niedere Stand des Sees bezeugt.¹⁸⁰⁾ Mit diesem Jahre begann aber eine Erhebung des Wasserspiegels, die 1785 besonders rasch wurde und bis 1787 den Betrag von 3·9—4, nach andern sogar 5·2 *m* erreichte.¹⁸¹⁾ 1787, oder wie andere meinen, erst 1789 trat dann wieder eine Abnahme ein, welche 1792 oder 1795 ihr Ende erreicht haben soll. Die darauf folgende Zunahme wurde von 1803 oder 1806 an besonders rasch und verursachte in den Jahren nach 1812 ungeheure Ueberschwemmungen. Der Hochstand, der 1816 erreicht ward, erhob sich nach einer der mässigsten Angaben um 9·257 *m* über den Stand von 1783.¹⁸²⁾ Auf

¹⁷⁸⁾ Ueber diesen See und seine Geschichte s. Kramer. Der Fucinersee (Einladungsschrift zur öffentlichen Prüfung des Kölnischen Gymnasiums). Berlin 1839 (Strabon's Stelle 21 n. und 28). Brisse et Retrou. Desseschement du lac Fucino. Rome 1876. 4^o. 9 f., 35—53, 224 ff. Wimmer. Historische Landschaftskunde. Innsbruck 1883, p. 117. Reclus. Nouv. geogr. universelle, I, 442 ff. — Für die Zeit vor 1835 folgt Brisse fast ausschliesslich Rivera, während Kramer eine Reihe von anderen Schriftstellern benützt hat. Desgrand's Auszug im Bull. de la Soc. de Geogr. de Lyon Tome IV (1881) ist im Ganzen flüchtig, aber brauchbar, nur seine Reproduction der Brisse'schen Karte XVI zu schwarz gerathen.

¹⁷⁹⁾ Brisse, 53 f., 151, Kramer 15 und 18 vgl. die unten folgenden Schätzungen des Umfangs. Phoebonius gibt für 1656 die zwei tiefsten Stellen des Seehodens zu 13 *m* und 9·36 *m* unter dem Spiegel an, nach Kramer's Berechnungen aus anderen Stellen desselben Schriftstellers betrug jedoch damals die grösste Tiefe ungefähr ebensoviel wie 1835 (7—10 *m*). Kataster von 1670, 1740, 1780 (Kramer p. 19), von welchen Brisse vermuthet, dass sie bei wenig schwankenden, niederen Wasserstandsverhältnissen angelegt wurden, geben den Anfang der vermessenen Güter, also wohl die mittlere Uferlinie etwa 3·38 *m* über dem Strande des Jahres 1835: also dort, wo nach Brisse p. 151 die Ueberschwemmungsgrenze in der Zeit von 1748—1780 zu suchen wäre.

¹⁸⁰⁾ Brisse 151, Kramer 19. Ersterer gibt für die erwähnte Grenze côte 27·23, für 1783 aber 27·231 *m*. (Tafel III.)

¹⁸¹⁾ Kramer 19, 19 n., 22; Brisse p. 54 (4 *m*), 152 (3·967 *m*).

¹⁸²⁾ Kramer 19, 22, 39. Rivera's Angaben weisen in entgegengesetzte Richtung. — Die Gesamtziffer des Unterschiedes zwischen 1783 und 1816 gab ich nach letzterem; Kramer (19 f.) bringt für sie verschiedene Angaben, die ich in 12·22, 11·96, 10·4 und 9·1 *m* umrechnete. Letzteres fällt mit Brisse's Zahl wohl zusammen, da er den Werth des neapolitanischen Palm höher ansetzt, als die von mir benützten Behm-Wagner'schen Reductions-Tabellen. Fazio's Eintheilung der Zunahme (Kramer 22: 1803—12 um 3·19 *m*, dann noch 1·4 *m* bis 1816) liegt auch Brisse's später zu bringender Tabelle zu Grunde; und

denselben folgte eine zuerst langsame, dann aber (nach 182⁹) ungewöhnlich heftige Rückzugsbewegung, die den Wasserspiegel um mehr als 12 *m* erniedrigte.¹⁸³) Seine Tiefe sank also in ihrem Maximum auf etwa 10 *m*.¹⁸⁴) Die Jahre 1836—46 brachten eine neuerliche Zunahme um 5·6 *m*,¹⁸⁵) die Jahre 1847—50 einen Rückgang um 2·9 *m*. Darauf stieg der See fast ohne Unterbrechung — nur 1854 ist ein kleiner Rückgang wahrzunehmen — bis zum 10. Juni 1861, an welchem Tage er wieder 6·553 *m* über dem Stande von 1850 und 9·198 über jenem von 1835 angelangt war.¹⁸⁶) Bis zu der am 9. August 1862 begonnenen Abzapfung des Sees war derselbe bereits wieder um 1 *m* 238 gesunken und Brisse hat aus den Niederschlagsziffern der folgenden Jahre berechnet, dass diese Abnahme bis 1871 fortgedauert hätte, wenn der See sich selbst überlassen geblieben wäre, aber mit dem Jahre 1872 einer neuerlichen Anschwellung hätte weichen müssen.¹⁸⁷)

auch Kramer's Angabe, der See sei 1816 um 5·2 *m* über dem letztvorangegangenen Maximum (1787) gestanden, geht aus denselben Quellen, wie Brisse's Zahlen hervor. Die Bemerkung bei Kramer 19 n., wonach die Erhebung 11·96 *m* betrüge und andere widersprechende Angaben, deren Häufigkeit Kramer beklagt, geht jedenfalls auf die unregelmässige Beschaffenheit der Beobachtungen zurück; die Eintheilung 1783—87, 1787—89, 1789—1816 zeigt an sich, dass sie keine beobachteten Perioden, sondern einfach die Unterschiede zwischen einzelnen Jahren zufälliger Beobachtung ausdrückt; die Endpunkte der Bewegungen sind also keineswegs sicher.

¹⁸³) Brisse 8, 60, 152 = 12·431 *m*. Kramer (18) 47 Palm, also ebensoviel. Der Stand von 1835 etwa 3·174 *m* unter dem von 1783.

¹⁸⁴) Nach Brisse 9·407 *m*. Nach Kramer's verschiedenen Angaben hätten die Messungen der Ingenieure 1835 entweder 9·16 *m* (36 Palm) oder auch 28 bis 31 Fuss (8·68—9·61 *m*) ergeben, während aus seinen Angaben über die Tiefe von 1816 (18·72 oder 21·32) sich eine Tiefe von 6·51—9·1 *m* für 1835 berechnen lässt. Reclus gibt als Maximum 23, als Minimum 7 *m* Seetiefe. Desgrand's Angaben p. 7, deren genaueren Wortlaut ich nicht mehr vorliegen habe, scheinen sich dahin verstehen zu lassen, dass der See 1816 volle 36½, 1855 aber nicht über 24 *m* tief gewesen sei; in Wirklichkeit bezeichnen diese Ziffern aber die Erhebung des Seespiegels über den Nullpunkt der Vermessungen in den Jahren 1816 und 1835; dieser Nullpunkt seinerseits aber lag 14·65 *m* unter der tiefsten Stelle des Seebodens.

¹⁸⁵) Brisse 9, 65, 152: 5·554 *m*. Kramer erwähnt, dass die Zunahme vom November 1835 bis Mai 1836 1·3 *m* betrug, während die Abnahme im Winter 1822 etwa 0·022 *m* (1 oncia) in 4 Tagen, also 2 *m* im Jahr betragen hatte (p. 22). Ueber die Jahresschwankungen und den Versuch, ihr Extrem zu berechnen, siehe Brisse 76 und Tafel III. (Desgrands 16.) 1842 wurde der von Rivera wieder hergestellte Canal des Kaisers Claudius von einbrechendem Wasser theilweise zerstört. (Brisse 66.)

¹⁸⁶) Brisse 152 f. und Tafel III: Der Rückgang im Jahre 1854 und die Beträge der Jahresschwankungen sind auf letzterer deutlich abzunehmen. Besonders heftige Ueberschwemmungsjahre sollen 1856 und 1857 gewesen sein (p. 208). Von der Concessionsertheilung an die Unternehmer der Trockenlegung im Februar 1852 stieg der See bis 1861 noch 4·89 *m* (p. 83); zur Vergleichung der Ueberschwemmungen von 1816 und 1861 und der zwischenliegenden Trockenzeit ist besonders die Lage von Ortucchio auf Kramer's und Brisse's Karten (vgl. letzteren p. 230) dienlich.

¹⁸⁷) Brisse 84, 130, 167 ff. Gelegentliches Anschwellen der Seeüberreste, wenn der Canal zeitweise geschlossen war (p. 188) scheint in den ersten Sechzigerjahren doch andere Beschaffenheit zu zeigen, als von 1868 an. In

Zur Veranschaulichung des Gesagten einige Tabellen. Zunächst Brisse's Uebersicht der Bewegungen, nach Haupt- und Unterperioden angeordnet.¹⁸⁸⁾

Jan. 1783 — Jan. 1787	4 J.	Zun. 3 m 967	—	} 1783—1816 (44 J.)
› 1787 — › 1793	6 J.	Abn. —	0 m 793		Zun. 9 m 257
› 1793 — › 1817	24 J.	Zun. 6 m 083	—	} 1817—1835 Abn. 12 m 431
› 1817 — › 1836	19 J.	Abn. —	12 m 431		Zun. 9 m 198
› 1836 — › 1847	11 J.	Zun. 5 m 554	—	} 1836—1861 (25 J. 5 M.)
› 1847 — › 1850	4 J.	Abn. —	2 m 909		Zun. 9 m 198
› 1851 — Juni 1861	10 J. 5 M.	Zun. 6 m 553	—	
		<hr/>		
		78 J. 5 M.	22 m 157 — 16 m 133	
		<hr/>		
Erhebung über den Stand von 1783		—	6 m 024	

Ferner zur leichteren Vergleichung eine Liste der vom Seespiegel zu verschiedenen Zeiten eingenommenen Höhenlagen, den Nullpunkt der Austrocknungsvermessungen = 14·650 m unter der tiefsten Stelle des Seebodens angesetzt.¹⁸⁹⁾

Zeit	Meter	Zeit	Meter
1783	27·231	1850	26·702
1787	31·198	1860 (Ende)	32·585
1789	30·669	1861 (10. Juni)	33·255
1793	30·405	1862 (9. Aug.)	31·787
1802	31·761	1871	(27·887)
1812	34·978	(berechnet)	
1816	36·488	1873 (Dec.)	(30·164)
1835	24·057	(berechnet)	
1846	29·611		

Endlich einige Angaben über

Umfang	und	Inhalt des Sees ¹⁹⁰⁾	Hektar
	Km.		
1656 (Phoebonius)	55·653	1670	} Kataster 14.656
1686 { mit Krümmungen	55·653	1740	
Fabretti } ohne dieselben	48·233	1816	} Rivera { 16.660
1819 (Brocchi)	92·756	1835		13.466
1829 (Tenore)	64·929	Mittel	13.520
1835 (Rivera)	45·913	Beginn der Arbeiten	14.175
1861 (Brisse)	über 55	Mittel nach Brisse	15.000
		Oct. 1860 (Brisse)	15.500
		Juni 1861 (Brisse)	15.775

jenen lässt sich der Gang der Jahresschwankung hiebei verfolgen, während später die Monate oder Jahre der Absperrung unter allen Umständen eine Zunahme herbeiführten. Doch mag dies sich aus der veränderten Beschaffenheit des Seebeckens oder andern Umständen neben der neuerlichen Regenzunahme auch erklären lassen. (S. Tafel III bei Brisse).

¹⁸⁸⁾ Brisse p. 152.

¹⁸⁹⁾ Aus Brisse's Tafel III.

¹⁹⁰⁾ Kramer 18, Brisse p. 9, 76, 122, 154, 196, 228. Die Zahl »zu Beginn der Arbeiten« ist jene für das nach Vollendung derselben und Befriedigung aller älteren Ansprecher erübrigte Eigenthum des Unternehmers Fürst Torlonia, also wohl etwas grösser, als die wahre Ziffer des Seespiegels im Jahre 1852. Die Ziffern für den Umfang sind übrigens Umrechnungen runder Zahlen in neapolitanischen Meilen

Die Bedeutung dieses Sees als Typus südeuropäischer geschlossener Wasserbecken mag solche Ausführlichkeit rechtfertigen; der grosse Betrag seiner Schwankungen erleichtert ihre Verfolgung im Einzelnen. Bis zum Alpengletscher- und Genfersee-Maximum um 1846 folgt er den Bewegungen der Alpenseen ganz genau, der Rückgang der armenischen Seen um 1850—52 findet sich aber bei ihm, natürlich verfrüht, 1847—50 genau wieder, während die Alpenseen nur eine Andeutung desselben in den häufigen niederen Wasserständen von 1851 und besonders 1853/4 bieten. Sein weiteres Steigen bis 1861 und die darauffolgende Trockenperiode hält richtigen Schritt gegenüber den armenischen Seen, dagegen zeigt sich die erstere Bewegung an den Alpenseen bedeutend früher abgeschlossen, das Minimum der Sechzigerjahre erscheint vielfach zugleich mit oder sogar vor dem Beginn des letzten Rückgangs am Fucinersee — eine Abweichung, auf die wir noch zurückkommen werden!

Der Fucinosee erhält für uns erhöhte Wichtigkeit auch dadurch, dass er mehrere unterirdische Abflüsse besass, welche uns Dr. Gustav Kramer und Alexander Brisse als Augenzeugen beschrieben haben,¹⁹¹⁾ dass er aber trotzdem in seinen Bewegungen ganz oder fast ausschliesslich von den klimatischen Verhältnissen bestimmt ward.¹⁹²⁾ Den Beweis hierfür hat Brisse auf verschiedene Art und Weise geführt. Einerseits erhärtete er den Zusammenhang der Anschwellungszeiten mit regenreichen Jahren dadurch, dass er das Regenmittel der Jahre 1850—60 mit 919·6 *mm*, also jenem von 1861 bis 1871 (638·8) um nahezu die Hälfte überlegen, bestimmte — und wir können diesen Beweis durch die überraschende Gleichmässigkeit zwischen den Bewegungen des Sees und der alpinen Gletscher noch erweitern. Andererseits aber hob er hervor, dass jene Katabothren über dem Mittelstande des Sees liegen und nur bei Hochwasser in Wirksamkeit treten, selbst dann jedoch dem See nur 0·8 Kubikm. in der Secunde zu entziehen vermögen, während seine Wasserzufuhr in der Zeiteinheit 11·50 Kubikm. beträgt.¹⁹³⁾

In der That scheinen an unserem See jene plötzlichen und ungestümen Schwellungen und Entleerungen, welche die Verlegung oder Aufschliessung solcher unterirdischer Abzugsrinnen mit sich zu

¹⁹¹⁾ Kramer 24 f. Brisse 150 f., 170; p. 55 nennt er einen Plan, durch Erweiterung dieser Katabothren den See abzulassen.

¹⁹²⁾ S. auch Reclus, I, 443. Die Zeiten regenreicher Jahre und daher die Schwellungen wären nach Brisse länger als die Rückgangsperioden, dagegen sind letztere rascher (7 f., 150, 153).

¹⁹³⁾ Brisse 151, 170 ff., Regenverhältnisse 166 ff. — Stile 1790 hatte 0·9 Kubikm., Brisse für 1855—61 nur 0·702 Kubikm. berechnet; ersteres ist zu hoch, weil damals diese Abflüsse künstlich gereinigt waren, letzteres zu nieder, weil sie nicht während der ganzen Periode wirklich in Thätigkeit waren, für welche die Berechnung dies annahm. Das Mittel kommt der Wahrheit wohl am nächsten. Brisse sagt, dass diese Abzugsanäle dem See in 24 Stunden 69,120 Kubikm. (d. i. 0·46 *mm* Wasserhöhe der Gesamtoberfläche) entzögen, während er in derselben Zeit 993,600 Kubikm. Zufuhr erhalte.

bringen pflegt, gänzlich zu fehlen: wenn der Wasserstand hoch genug ist, dass diese letzteren in Wirksamkeit treten können, bilden sie gesicherte und gleichmässige Abflussröhren, durch welche dem See weniger Wasser entzogen werden kann, als durch offene, der Verdunstung ausgesetzte Stromläufe und deren Einfluss daher nur in sehr geringem Masse das Sichtbarwerden der klimatischen Bewegung zu hemmen vermag. Aehnliche Verhältnisse müssen aber an allen sogenannten Katabothrenseen eintreten, sobald einmal durch längere Zeit der Abfluss uneingeschränkt offen steht oder fortgesetzt versperrt ist, anders gefasst: solange die durch ihn entführte Wassermenge sich gleich bleibt. Wir dürfen also von vornherein erwarten, dass auch an diesen Seen neben den plötzlichen Veränderungen, welche von den Abflussröhren bedingt sind, sich mehr allmälige und länger andauernde Schwankungen bemerken lassen, die mit dem Gange des Klimas in Zusammenhang stehen. Wir dürfen erwarten, dass einige von den Jahreszahlen, die für solche Seen Hoch- und Tiefstände bedeuten, in unserer Tabelle der geschlossenen Seen sich wiederfinden, andere dagegen zu derselben in schroffen Widerspruch treten.

So stimmen z. B. unter den Angaben, welche Tozer über den See von *Ostrovo* vorbringt, die Anschwellung bald nach 1800 und jene um 1859, sowie die auf letztere folgende Abnahme recht gut zu den Bewegungen des Fucino-, Wan- und Neusiedlersees. Dagegen vermögen wir den Vorstoss des Sees nach 1825 trotz aller Unbestimmtheit dieser Zeitangabe nicht leicht in unsere Tabelle einzufügen.¹⁹⁴⁾ Er scheint seinerseits mit dem Anschwellen des *Kopaïs* von 1824—34 und dem Maximum des *Pheneus* im Jahre 1830 zusammenzufallen, doch weichen diese ihrerseits von allen andern mir bekannten Seebewegungen ab und Kramer hat für den *Kopaïs* auch eine ganz ausreichende Erklärung aus der Vernachlässigung der früher künstlich reingehaltenen Katabothra geliefert. Auch das Minimum des *Pheneus* 1814 fällt aus unserer Reihe. Dagegen trifft ein zweites Minimum desselben 1837 wieder mit den Bewegungen des Fucino und Wansees zusammen.¹⁹⁵⁾ Die Ziffern, welche ich oben für den kleinasiatischen *Soghla* und den in diesen entwässerten *Beischehr Göi*, wie auch für den See von *Ilghun* als wahrscheinlich andeutete, zeigen ein ähnliches Verhältnis: 1837 während des Wansee-Minimums einen Hochstand, dann aber 1846—48 und 1853 Minima, vermuthlich eine zusammenhängende, jener des Wansees nicht gerade gleichlaufende Periode niederen Wasserstandes, deren Ende — aber nur dieses — mit der Zeit der Abnahme an den armenischen Seen und am Fucino zusammentrifft. Das Minimum um 1853, welches *Tschihatscheff* für den *Ilghunsee* bezeugt, fand *Tozer* auch am *Stymphalischen See* — es scheint hier durch klimatische Ur-

¹⁹⁴⁾ Tozer, *Highlands of Turkey*. London 1869. I, 158 ff. Der See soll erst vor 60 Jahren etwa (nach 1800) entstanden sein, obwohl byzantinische Zeugnisse und der Name *Ostrovo* (Insel) sein frühes Bestehen erhärten. Die Ueberschwemmungen waren sehr heftig und zerstörend.

¹⁹⁵⁾ Kramer 21; Klöden, *Handbuch*, I, 590 f.

sachen erreicht worden zu sein, da in diesem Jahre der Wasserspiegel bis unter die Katabothren-Oeffnungen herabsank.¹⁹⁶⁾ Wenn aber der kleinasiatische See von Eregli zwischen 1879 und 1882 sich entleerte, so geschah dies im Gegensatz zu dem gleichzeitigen Anschwellen der armenischen Seen.

Von den Anschwellungen des Zirknitzer Sees und den mit ihnen gleichzeitig eintretenden Ueberschwemmungen der auch im Herbst 1887 in einen See verwandelten Ebene von Planina scheinen die grössten in die Jahre 1707—14, während deren der See nie ablief, dann 1844/5 und 1851/2 zu fallen, während 1779, 1834/5 und 1857 als trockene Jahre überliefert sind.¹⁹⁷⁾ Die erste unter diesen Zeitangaben führt uns in eine Zeit ausgesprochenen Vorgehens der Alpengletscher, die beiden anderen Maxima fallen mit solchen sowohl an den Gletschern, wie am Wansee zusammen und auch die beiden zuerst genannten Minima fügen sich unseren Tabellen gut ein. Das Jahr 1857 als Minimum würde eher mit den bayrischen Seen zusammenzubringen sein.)*

Kehren wir zu den abflusslosen Seen Europas zurück!

Der Trasimenus, welcher dem Fucino in Bezug auf Lage und Beschaffenheit verwandt ist,¹⁹⁸⁾ zeigt Maxima in den Jahren 1602 (9 F. = etwa 3m über dem mittleren Seespiegel von 1821?) dann 1730 und von 1762 — 1773. Neuere Angaben fehlen mir.¹⁹⁹⁾ Der Neusiedlersee dagegen lässt die Aufeinanderfolge grösserer Schwankungen bis heute erkennen. 1674 ziemlich bedeutend²⁰⁰⁾ lag er von 1698—1738 trocken, 1742—1772 füllte er sich allmählich, von 1768 an mit besonderer Raschheit, hielt dann von 1770—1850 im Ganzen denselben Stand fest, um von 1855—1868 rasch abzunehmen und schliesslich gänzlich auszutrocknen. Mit Anfang der Siebziger Jahre begann er sich wieder zu erheben und ist seitdem in stetiger Zunahme begriffen.²⁰¹⁾ Die Zeit seines letzten Minimums stimmt also besser mit dem Fucino, als den Seen der Alpen überein.

¹⁹⁶⁾ Tozer I, 159.

¹⁹⁷⁾ Gruber, Tobias, Briefe hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain. Wien 1781, p. 36, 108. Urban in Zeitschr. des D. u. Oest. Alpen-Ver. 1879, p. 24, 28 f., 30. Wenn letzterer auf p. 30 die Jahre 1714—21 als Maximum zu bezeichnen scheint, so berichtigt seine Angabe auf p. 24, der See sei 1714 abgeflossen, diesen Irrthum. Wallmann, Jahrb. des Oest. Alpen-Ver., 4. Bd. 1868, p. 37. — Kraus, Mitth. des D. u. Oest. Alpen-Ver. 1888, 71 f. N. Fr. Presse 29. November 1887, Abendblatt.

*) Die Quellen für Bädcker's (Südbaiern etc., Ausgabe 1886) Angabe, dass der See zuletzt 1868 und 1871 gänzlich ausgetrocknet sei — also in der kurzen Trockenperiode um und nach 1870, die wir an den andern Seen der Alpen fanden — vermochte ich nicht mehr zu ermitteln.

¹⁹⁸⁾ Reclus, I, 442 ff. Kramer 17.

¹⁹⁹⁾ Kramer 20. Die Wassermarke von 1602 liegt 6 F. über dem Strassenpflaster von Passignano.

²⁰⁰⁾ Ich entnehme diese Jahreszahl einem Feuilleton meines Studien-Collegen Creatus (P. Uhdal Felbinger) im Oesterr. Reichsboten.

²⁰¹⁾ Swarowsky im XII. Jahresber. des Ver. der Geographen a. d. Univ. Wien (1886) p. 15 f. Nach Wallmann, Jahrb. des Oest. Alpen-Ver. 1868, lag der See schon 1865 trocken (p. 117).

Vom Plattensee, der ebenfalls bedeutende Schwankungen aufzuweisen hat,²⁰²⁾ übrigens einen künstlichen Abfluss (Sió-Canal) besitzt, stehen mir keine Einzelnachrichten zu Gebote. Dagegen will ich noch ein Wort über den „breiten See,“ Gemeinde Breitensee, Ger. Bez. Marchegg,²⁰³⁾ Niederösterreich sagen, dessen Austrocknung nunmehr beschlossen ist. In einer Aufzeichnung des 17. Jahrhunderts heisst er der „unterhalb diesem Dorf ehemals gewesene See,“ es wird jedoch angedeutet, dass er nach Regen sich mit Wasser fülle. Später gab Schweickhardt dem See sammt Rohrwuchs 245 Joch = 141 Hekt. Oberfläche, eine Angabe, die Becker indess nur „für Starkgläubige“ gelten lassen will. Auf Blatt 17 von Heggelin's Perspektivkarte von Erzherzogtum Oesterreich (Wien 1843) vertritt seine Stelle ein Sumpf von unbestimmten Grenzen und die Bezeichnung „Rohrteich;“ aus demselben entspringt aber ein Bach, der nach S. E. abfließt. Auf dem Blatte „Orth“ der Administrativkarte von Niederösterreich (hergestellt 1865—1869) erscheint er dagegen als See, jedoch von einer Mauer künstlich eingeengt und sein etwa 2·74 Hektar grosser südlichster Zipfel abgesperrt. Messung nach dieser Karte ergibt eine Oberfläche von 22 975 Hektar, nach der Specialkarte, Zone 13, Col. XVI (Jahr 1884) dagegen von 13·5 Hektar und für eine abgetrennte Nebenlache 3·1 Hektar. Die Erhebungen des Landesculturausschusses vom Jahre 1887 ergaben aber ein Maximalgebiet von 260 Joch = 150 Hektar, von welchem im Frühjahre in der Regel $\frac{3}{4}$ unter Wasser stehen, während nach den dürren Sommern kaum 40 Joch = 23 Hekt. bedeckt zu sein pflegen. Die einzige Speisung des Sees sind die Niederschläge, und da bei seiner ungeheuer flachen Beschaffenheit (Maximaltiefe bei Hochstand 0·92 m) die Verdunstung leichten Zugang findet, heftige Regen aber das Wasser rasch anschwellen, so sind die Jahresschwankungen sehr gross. Beim Höchststand fliesst der See über den niederen S. E.-Rand zum Stempfelbache über und dies soll fast alljährlich, manchmal wiederholt im Jahre stattfinden, so dass eine wirkliche Beobachtung seines Anschwellens fast unmöglich ist. Für unseren Zweck ist nur bemerkenswerth, dass der trockene Sommer 1887 ein seit Menschengedenken nicht erhörtes Minimum (0·12 m grösste Tiefe, 4 Joch Oberfläche) herbeiführte, der folgende Winter aber wieder hohen Stand brachte,²⁰⁴⁾

²⁰²⁾ Aladár György im Bull. Soc. Hongroise de Géogr. XII (1884), Supplem. p. 2; Salzgehalt p. 7.

²⁰³⁾ Nebenher sei hier bemerkt, dass auch Breitensee bei Wien, Ger.-Bez. Hietzing, einen schwankenden See von geringem Umfange in dem Tümpel auf dem Marktplatze besass, der 1828 noch einem Rosselenker sammt Gespann gefährlich wurde, um 1853 aber verschwand. Becker, Alphabetische Reihenfolge und Schilderung der Ortschaften in Niederösterreich 1879—1885, I. 207.

²⁰⁴⁾ Die Karten, dann Schweickhardt-Sickingen, Darstellung des Erzherzogthums unter der Enns, I. Bd. (Wien 1833) p. 119; Becker, Alphabet. Reihenfolge, I. 208; stenogr. Protokoll d. niederöst. Landtages, VI. Wahlperiode p. 434 (11. Jan. 1888). Die wesentlichsten Daten danke ich jedoch der mir gestatteten Einsicht in den Erläuterungsbericht zum Entwässerungsprojecte und freundlichen mündlichen Auskünften in der Landescultur-Abtheilung.

ein extremes Verhalten, welches mit jenem des Sommer 1887 gänzlich ausgetrockneten Zirknitzer Sees vollständig übereinstimmt und so die Abhängigkeit des letzteren vom Klima bestätigt. Durch diese Erhebungen wird aber auch jede weitergehende Folgerung aus den oben angeführten Daten in Bezug auf säculare Zunahme und Abnahme wieder sehr zweifelhaft. Doch habe ich dieses Beispiel gerne ausführlich besprochen, um zu zeigen, wie ungenügend blosser Rückschlüsse aus Karten oft sind. In diesem Falle könnten nur genaue Beobachtungen über die Häufigkeit des Ueberfliessens und das jährliche Minimum zu brauchbaren Ergebnissen leiten.

Soviel von Europa!

Von den amerikanischen Salzseen habe ich den Great Salt Lake von Utah in die Tabelle aufgenommen, von welchem behauptet wird, dass er einst süss gewesen sei. Seit der ersten Niederlassung der Ansiedler um 1847 wurden hier Anzeichen einer Zunahme beobachtet, während der Pflanzenwuchs des Uferbodens, welcher erst etwa um 1850 bedeckt wurde, darauf hinzuweisen schien, dass derselbe lange Jahre trocken gelegen war.²⁰⁵⁾ Nach den von Woeikoff mitgetheilten Beobachtungen hatte sich der See vom Jahre 1848—1856 um 1·28 *m* erhoben, im Jahre 1859/60 aber stand er wieder um 90—95 *cm* unter dem Stande von 1856. Aus weiteren Messungen, welche derselbe Gelehrte deutschen Leserkreisen vorlegte und welche die Zeit von Juni 1859 bis Mai 1878 umfassen, ergibt sich für den Salzsee bis 1861 bez. 1862 eine weitere Abnahme um 0·23 bis 0·24 *m* für den jährlichen Hochstand, von 0·35 bis 0·37 *m* für den Tiefstand, dann aber bis 1869/70 ein ununterbrochenes Ansteigen um 3·08 bez. 3·15 *m*. In den folgenden Jahren bis 1878 blieb dieser hohe Wasserstand im Ganzen unverändert, ja die Jahre von 1872/3 bis 1874/5 überstiegen denselben noch um ein Geringes. Das grösste Mass der Schwankung in diesem Zeitraume betrug zwischen den jährlichen Hochständen (1861/2 und 1873/4) 3·30 *m*, zwischen den Minimis (der vorangehenden Jahre) sogar 3·38 *m*.²⁰⁶⁾ Auch kleinere nordamerikanische Salzseen, wie der Winnemucca und Pyramid Lake²⁰⁷⁾ schlossen sich der letzten Anschwellung des Salzsees an und die

²⁰⁵⁾ Zeitschr. der österr. Gesellsch. für Meteorol., XVI, 23 ff., vgl. auch Whitney, Climatic changes. Cambridge 1882, p. 175 f. und Hann, Zeitschr. für Meteorol., II, 116.

²⁰⁶⁾ Zeitschr. der österr. Gesellsch. für Meteorol., XVI, 288 ff. Die nach anderen Quellen mit besonderem Bezug auf das S.-Ufer in denselben Jahrg. p. 24 gegebenen Ziffern stimmen im Ganzen überein. 1847—53/4 + mehr, als 1 *m*; dann bis 1859/60 — über 1½ *m*; 1861—68 + 3½ *m*; 1868—71 langsames Vorrücken um einige weitere *cm*, dann allmähliges Sinken um mehr als ½ *m*; 1874—77 wieder Vorrücken — oder wie Jackson (Bull. Soc. de Géogr. Paris, XIX, 417—25) zusammenfasst: Max. 1868, seither nur geringe Schwankungen. Diese Angaben dürften sich auf die Mittelwasser beziehen. Die Bemerkung im Bull. Soc. Géogr. XIX, 281, dass der See seit 1860 (bis 1878) um 6 *m* gestiegen sei, ist falsch. Der Salzgehalt, 1850 bei niederem Wasserstand 22·282‰, war 1869 auf 14·994‰ gesunken. (Russell in Ill. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey 212, vgl. Bull. Soc. Géogr. XIX, 422 n.)

²⁰⁷⁾ Whitney, Clim. changes, 177; Bull. Soc. Géogr. Paris, XIX, 281.

Oberfläche des erstgenannten soll sich zwischen 1867 und 1871 nahezu verdoppelt haben.*) Und selbst die Süßwassermeere des Lorenzostromes lassen zwischen 1859 und 1878 eine veränderte, wenngleich etwas verzögerte Bewegung erkennen. Das „absolute Minimum“ fällt allerdings ins Jahr 1871|2 beim Oberen, 1872|3 beim Ontario-, Erie- und Michigansee, allein dasselbe ist von wasserhohen Jahren vollkommen eingeschlossen — und wenn wir fünfjährige Mittel ziehen, so entfällt das höchste derselben bei den 3 letztgenannten Seen²⁰⁸) auf die Jahre 1859|64, darauf folgt beim Erie- und Michigansee in der nächsten Pentade das Minimum und die folgenden Mittel zeigen (auch am Oberen See) eine langsame Zunahme. Nur der Ontario weist eine noch nicht beendete, wenn auch geringe Abnahme auf. Fünfjahrmittel des Salzsees aber zeigen dessen Maximum nach ungemein raschem Anwachsen in den Jahren 1869|74 eingetreten, seither eine geringe Abnahme — mithin also auch hier Parallelismus

*) Erst während des Druckes fand ich Gelegenheit, Israel C. Russell's schöne Arbeit über den Lahontan (U. S. Geol. Surv., Monographs, XI, 1885) einzusehen, welche auf Spiegelveränderungen der Seen des Great Basin (pp. 10, 44 f., 55 f., 61—66, 68, 70, 185, 230, Pl. IX, XII, XIII, Tabelle C auf p. 176) sorgfältige Aufmerksamkeit richtet. Ich entnehme derselben, dass die Jahre nach 1873 bis 1882 für den Gr. Salt L., den Sevier L., Honey L. u. A. eine Abnahme bezeichnen, während der Walker L. in den letzten Jahren um 4—5 feet gestiegen ist. Der Honey L. scheint um 1860 (1859, 1863) häufig niedere Stände aufzuweisen; die Schwankungen der Carsonsseen (North Carson L. 1881 trocken) hängen wesentlich von Flussbettverlegungen ab und auch am Pyramid L. und Winnemucca L. ist der Einfluss derartiger Umgestaltungen erkennbar. Diese beiden Seen, angeblich schon 1862 im Steigen, traten während der (auch im Carsonsgebiete bemerkbaren) Hochwasserjahre 1868 und 1869 in vorübergehenden Zusammenhang, wodurch eine raschere, noch heute andauernde Zunahme des tiefer gelegenen Winnemucca herbeigeführt wurde (1867—71 um 22 feet, 1862—82 etwa 40—50 f.). Der Pyramid L. stieg 1867 bis 1871 um 9 f., befand sich aber 1882 um 10—12 f. unter der Marke von 1867. Dabei muss beachtet werden, dass 1876 sein gewöhnlicher Zufluss für eine Zeitlang gänzlich verstopft wurde und dem Winnemucca zukam; dadurch erklärt sich der fortdauernde Hochstand des letzteren, während die starke Abnahme des Pyramid L. weniger durch sein Ueberfließen, als durch klimatische Veränderungen verursacht sein dürfte. Für die Zukunft sind durch Russell's Marken und kartographische Aufnahmen genauere Beobachtungen ermöglicht.

²⁰⁸) Die Beobachtungen am Oberen See beginnen erst 1869. Meine Berechnungen beruhen auf Woeikoff's Zahlen (Meteor. Zeitschr. XVI, 287 ff.). Ich zog aus denselben folgende Mittel (in Centimetern):

	Oberer See	Michigan	Erie	Ontario	Salt Lake	
					Max.	Min.
1859—64 . . .	—	79·2	74·8	89·8	88·6	36·6
1864—69 . . .	—	35·2	43·6	68·0	239·8	212·
1869—74 . . .	34·7 ^x	47·8	47·8	63·2	361·2	323·
1874—78 . . .	—	42·5	57·7	59·7	348·7	308·52

(^x bedeutet: nur 1871—74). In der Curven-Tabelle folgte ich den Fünfjahrmitteln, die Brückner (p. 12) aus denselben Zahlen berechnet hat, da sich ihre Anfangs- und Endpunkte besser zu jenen der Fünfjahrmittel vom Bodensee, Kaspisee, Ammer- und Würmsee fügen:

	1846-50	1851-55	1856-60	1861-65	1866-70	1871-75	1876-80
Michigan L. . .	—	—	84	61	45	48	80
Salt Lake . . .	0	79	52	88	274	311	—

zwischen salzigen und süßen Seen unter zeitlichem Vorantritt der ersteren.²⁰⁹⁾ Gegenüber den Alpenseen ist das Verhältnis nicht ganz deutlich, das letzte Maximum erscheint verfrüht (Anfang 70er Jahre), beim Salzsee dagegen das Minimum um 1862 und der vorangehende Hochstand um 1856 ziemlich gleichzeitig. Dem Fucino gegenüber erscheinen aber auch diese verfrüht.

Ueber die Seen des tropischen Südamerika liegen mir weit spärlichere Angaben vor. Pentland 1827 betonte, dass der Titicaca seit der Eroberung abgenommen habe, da er zur Zeit derselben die Wälle Tiahuanacos bespülte, das jetzt weit vom Strande und mehrere Fuss über dem Wasserspiegel liege. Agassiz 1875 fand die Höhe dieser Trümmerstätte etwa 75 feet über dem See (22—23 m), hob aber mit Recht hervor, dass man daraus noch keine bedeutende Abnahme der Niederschläge in historischer Zeit zu folgern brauche.²¹⁰⁾ Wir sehen hier vielmehr denselben Verlandungsprocess, der uns an allen Abflusseen begegnet.

Der Desaguadero, welcher den Wasserüberschuss des Titicaca hinwegführt, mündet in einen kleinen See, den die Aelteren Aullagas oder Condocondo, neuere Reisende lieber Poopo nennen. Der letztere soll nun nach Ledesma 1748 und dann wieder 1845 in so bedrohlicher Weise angeschwollen sein, dass zumindest im letztgenannten Jahre der Fluss seine Richtung änderte und in den Titicaca ging. Das rasche Verlaufen dieser Hochwasser rief schon damals die Annahme unterirdischer Abflüsse hervor; seither hat man jedoch einen offenen, aber bald in Klüfte versinkenden Abzugscanal entdeckt. Trotzdem meint Minchin, der 1831¹² den Poopo-See im Zustande andauernder Verringerung antraf, dass Absorption und Verdunstung hierbei die Hauptarbeit leisten.²¹¹⁾ Es bleibt späterer Forschung vorbehalten, diese Verhältnisse aufzuklären.

Der See von Valencia (Tacarigua *) soll ebenfalls seit seiner Entdeckung beständig abgenommen haben — seit 1555 um etwa

²⁰⁹⁾ Die Jahresmittel zeigen eine Verspätung der unteren Lorenzosen gegenüber dem Oberen um etwa 1 Jahr, die sich aus hydrographischen Ursachen erklärt. Woeikoff a. a. O. meinte, dass der finnische Ladoga sich den amerikanischen Seen gleichsinnig bewege (Minimum der Zeit 1860—73 die Pentade 1864—69), fand jedoch seither, dass die Pegelhöhen des ersteren mit negativem Vorzeichen anzusetzen seien (freundliche Mittheilung des Herrn Prof. Dr. E. Brückner), also vielmehr ein Hochstand um die Mitte der Sechzigerjahre eingetreten sei. Ich weiss nicht, ob dieselbe Berichtigung auch seinen Angaben (Klimate der Erde, II, 267) gegenüber gilt, wonach der Ladoga an einem andern Pegel nach 1873 noch gestiegen, 1879—83 aber gleich dem Önega gesunken sei und lasse also die finnischen Seen ausser Erörterung.
²¹⁰⁾ Pentland, J. R. G. S., V, 80. Agassiz, *Proceed. Amer. Acad. of Arts and Sciences*, XI, 288 f. (Auszug auch bei Whitney, *Climatic changes* 152) und Karte p. 293.

²¹¹⁾ Ledesma, J. R. G. S., XXVI, 214. Minchin, *Proc. R. G. S., new ser.* IV, 672 f. Karte p. 712. Agassiz a. a. O. 284 hebt den Salzgehalt des Poopo und seines Abflusses hervor.

*) In der früher zum Druck gegebenen Tabelle II konnte dieser See nicht mehr eingeschaltet werden, wohl aber in Tabelle III.

15 km — in weiter zurückliegenden Zeiträumen aber (gleich den Seen der Anden) ein vielfach grösseres Gebiet bedeckt haben. Doch dürften nach Sievers Untersuchungen hierbei wiederholte Umgestaltungen der Abflussverhältnisse mit wirksam gewesen sein. Für das letzte Jahrhundert lässt sich Folgendes ermitteln: 1796 hatten sich in Folge einer an 30 Jahren dauernden Abnahme drei „neue Inseln“ (las nuevas aparecidas) gezeigt. Um 1800 gilt der See für abflusslos, das Camburriflüsschen im W. mündet für gewöhnlich in den See und nur ausnahmsweise tritt das Gegentheil ein. Um dieselbe Zeit beginnt die Verlandung der Insel Culebra. 1817 dagegen erscheint eine eilige Schifffahrt durch den Camburri bis in den Orinoco möglich; 1820 ist die später verlandete Spitze der Halbinsel Cabrera noch Insel und 1822 sind die „neuen Inseln“ wieder zu dem Range von Klippen herabgesunken. Boussingault betont um dieselbe Zeit, dass der See in allmähligem Ansteigen begriffen und Ueberschwemmungen gewöhnlich seien.

Auch 1853 stellt ein General Arriento fest, dass der Camburri dem See entflüsse und erst 1873 veranlassen Ueberschwemmungen eine künstliche Umgestaltung der Flussläufe derart, dass fortan der Camburri mit verstärkten Wassermassen in den See mündet. Trotzdem soll noch jetzt zur Regenzeit ein Ueberfliessen nach dem Gebiete des Orinoco hin statthaben. Eine neuerliche Anschwellung des Sees seit 1882 mag vielleicht mit dieser Veränderung zusammenhängen; für die Zeit vor 1873 aber sind künstliche Umgestaltungen weder beglaubigt, noch wahrscheinlich,²¹²⁾ am allerwenigsten in den Kriegsjahren um 1820, in welchen der Feldbau abnahm und die Wälder gediehen. Diese Jahre bezeichnen sicher ein klimatisch begründetes Maximum des Sees, das seinen Gipfelpunkt erst 1822 oder später erreichte; ebenso sicher ist das Minimum um 1800, da man von einem Ueberfliessen des Sees so wenig wusste, dass ihn Humboldt als abflusslos bezeichnen durfte. Ob aber auch die Jahre 1853 und 1873 besonders hohe Stände bezeichnen, ist nach unserem Materiale nicht zu entscheiden: sicher fallen sie jedoch in Perioden, während welcher das Ueberfliessen des Sees nach dem Orinoco Regel war, die mithin den Mittelstand von 1800 überragten. Der Hochstand um 1822 oder später erscheint Europa gegenüber bedeutend verzögert.

Die grossen, zeitweise abflusslosen und wohl als solche entstandenen „Niederschlagsseen“ des inneren Afrika, welche süssee Wasser führen, T a n g a n y i k a und N y a s s a, zeigen von den Vierziger- oder Fünfzigerjahren an dauernde Zunahme, die in den Siebzigerjahren sehr heftig wird, und darauf von etwa 1875 oder 1878 bis zu den letzten bekannten Beobachtungen (1886) Abnahme.²¹³⁾ Der T s a d e-

²¹²⁾ Sievers, Die Cordillere von Merida in Penck's geogr. Abhandl. III, 1, p. 116 ff. Desselben Karte in Mith. der Geogr. Ges. zu Hamburg 1885/6. Whitney, Climatic changes, 153. Wilson, J. R. G. S., XXXV, 124.

²¹³⁾ Siehe meine Specialuntersuchung im XIII. Jahresbericht des Vereins der Geographen an der Universität Wien (1887). Das Wesen dieser Seen als während einer Trockenperiode entstandener, vom Niederschlag in erster Reihe

und die Nilseen zeigen dieselbe Erscheinung, jedoch wahrscheinlich um 1860 durch einen kurzen Rückgang unterbrochen,²¹⁴⁾ Auch an kleineren Salzseen des äquatorialen Afrika lässt sich die Erscheinung eines Rückgangs im letzten Jahrzehnte beobachten; ich nenne den Leopold oder Likwa,²¹⁵⁾ den Schirwa,²¹⁶⁾ der nach Hetherwick's Erkundigungen 1860 sich um mehrere miles weiter erstreckte, als jetzt und bei der Insel Tschirwa, wo 1884 eine Tiefe von etwa 20 feet angetroffen wurde, im Jahre 1887 nicht über Mannshöhe reichte, so dass man vom Ufer zur Insel waten konnte — endlich den südafrikanischen Ngami.²¹⁷⁾ Doch scheint in Central-Afrika eine Periode neuerlicher Zunahme der Gewässer bevorzustehen, die vielleicht an einzelnen Seen schon im Gange ist: so meinte Kaiser

abhängiger Wasserbecken haben Penck in den Verhandlungen des 3. deutschen Geographentags und Whitney in seinen »Climatic changes« besonders hervor gehoben. Zu meiner Arbeit habe ich nachzutragen, dass auch Böhm (Mitth. der afrik. Gesellsch. in Deutschland, IV, 171 f.) im Vorsommer 1883 die Marke des alten Hochstandes in »mindestens 4 m« Höhe an verschiedenen Stellen des Tanganyika antraf und erkannte, der gegenwärtige Stand sei immer noch höher, als der Spiegel vor der letzten Anschwellung: er ist ferner der Ansicht, dass diese letzte Schwellung nicht die erste ihrer Art und ihres Betrages war, sondern erklärt den Wechsel der Wasserhöhe aus »periodischen Hebungen«. — Auch hätte ich p. 49 Anm. 1 meiner Studie Giraud nicht nach den Proceedings, sondern nach den Comptes Rendus der Pariser Geogr. Ges. 1885, p. 233 anführen und also auf p. 48 die »1100 yards« streichen, ferner p. 49 n. 1 und p. 54 Moir, Scot. Geogr. Magazin, I, 104, 109 f. anführen sollen.

²¹⁴⁾ Siehe meine obgenannte Arbeit. Nach Wilson (J. R. G. S., XXXV, 106—128) bedeuten die Jahre um 1860, besonders 1862 auch für Südafrika eine Zeit schrecklicher Trockenheit.

²¹⁵⁾ Bei der Bekämpfung der Ansicht von Storms, dass die Entleerung des Likwa in den Tanganyika hin erfolgt sei, hätte ich (Afrikanische Seen a. a. O. p. 50 ff.) auf die Originalarbeiten der deutschen Expedition zurückgehen sollen, ein Versäumnis, das ich kaum ganz durch den raschen Abschluss der Correcturen zu jener Studie entschuldigen kann. Dieselben (im Besondern im IV. Band der Mitth. der afrik. Ges. in Deutschland 17, 87—90, 93, 112 und die Höhentabellen Kaiser's p. 115, sowie seine Karte ebendort) zeigen die Wasserscheide beider Seen, auch wo dieselbe eben erscheint, durchschnittlich 200 m über dem Spiegel derselben und am Massengusi, an dessen Quelle wohl die von Storms (p. 51, n. 1 meiner Arbeit) gemeinte Bresche zu suchen ist, sogar eine Höhe von 1085 m, während die Seen etwa zu 800 m anzusetzen sind.

²¹⁶⁾ Hetherwick's Reiseergebnisse sind in Peterm. Mitth. 1888, p. 92, wohl etwas zu einseitig gefasst: sie fallen vielmehr im Wesentlichen mit meinen (Afrik. Seen p. 55 ausgesprochenen) Vermuthungen zusammen (Proc. R. G. S., X, 1888, p. 25—32, Map. p. 60): die begrenzende Kette, bis zu der 1860 das Wasser gereicht haben soll, ist jetzt 40—50 feet über den See erhoben und hindert eine Verbindung mit dem Sumpf- und Seengebiet des Ludschendeflusses, aus welchem jedoch Sickerwasser in unseren See kommt. Oestlich davon ist die Wasserscheide jedoch weit weniger erhoben und dem Schirwa näher; auch sind die Jahresschwankungen der nördlichen Seen Mpiri, Tschuuta und Namaramba sehr gross. Hetherwick vermuthet demnach auch, dass unser Salzsee einst über die Hügelkette hinweg zu jenen Seen reichte, dann sank, sich wieder über dieselbe erhob und dann beständig abnahm; mit anderen Worten, er gibt die Möglichkeit zeitweiliger Verbindung noch nicht auf.

²¹⁷⁾ Schinz, Verhandl. der Berl. Ges. für Erdk. 1887, 330 »von Jahr zu Jahr« abnehmend; doch bleibt offen, seit wann.

1882 den Likwa schon in schwacher Zunahme anzutreffen.²¹⁸⁾ Dagegen zeigt der alte Mörissee „Birket el Qurum“ in der Oase Fajûm²¹⁹⁾ ausser grosser Abnahme gegen das Alterthum, einen Rückgang zwischen den Jahren um 1840 und 1871, jedoch Zunahme von 1875—1885 und ein andrer nordafrikanischer See, der Sebach el Berdawil an der syrisch-ägyptischen Grenze (Sirbonissee) wurde von Paul Ascherson 1887*) vollkommen trocken gefunden, wie er es auch zur Zeit der französischen Besetzung unter Napoleon war. In der Zwischenzeit aber hat er sich mehrmals mit Wasser gefüllt.

Dieser See ist eigentlich eine „Küstenlagune“ oder ein Haff und als solches gelegentlicher Einwirkung des äusseren Meeres ausgesetzt, ähnlich wie jene bessarabischen Salzseen, welche durch Absperrung ihrer Zuflüsse 1812 und 1832 austrockneten, durch eine Ueberflutung des stürmisch erregten Meeres aber zwischen 1850 und 1852 neuerlich gefüllt wurden.²²⁰⁾ Ich führe diese Beispiele nur an, weil ihr Verhalten, soweit ich sehe, dem der Katabothrenseen entspricht — gelegentliche, aber nur gelegentliche, Uebereinstimmung mit den ausschliesslich vom Klima bestimmten Seen aufweist.

Sehr beträchtliche Schwankungen zeigt der australische Lake George nach H. C. Russell's Forschungen.²²¹⁾ Dieser flache See hatte nach einer wahrscheinlich im Jahre 1816 begonnenen raschen Erhebung im Jahre 1823 seinen höchsten Stand und eine grösste Tiefe von 7.4 m (24.5 feet) erreicht und sank dann allmählich, bis er 1838 und 1839 ganz oder doch nahezu völlig trocken lag. Eine kleine

²¹⁸⁾ Kaiser. Mitth. der afrik. Ges. in Deutschl. IV. 94: bei Kia am N.-Ufer um 100 m. sicher beobachtet nur 15 m. — Auch Reichard's Vortrag in Verhandl. des 7. deutschen Geographentages p. 95 bestätigt meine Vermuthung, dass sich eine neue feuchte Periode in Centralafrika einzuleiten scheint, indem er die grosse Regenmenge und die bedeutende Ueberschwemmung des Tanganyika im Jahre 1884 schildert.

²¹⁹⁾ Schweinfurt, Berliner Zeitschr. 1880, 153 f.; 1886, 124 ff., 127 f., 133; Karte Jahrg. 1880, Taf. I (n. Rousseau Bey) und 1886, Taf. II; Buchta, Peterm. Mitth. 1887, 86 und Taf. V. — Die Spiegelfläche war nach Linant (1840?) 29 m, dagegen im Jahre 1871 41.72 m und 1885 40 m unter dem Meeressniveau, doch mag hier ein gewisser Spielraum den Ungenauigkeiten der Messungen eingeräumt werden. Das »alte Scœufer« liegt nach Messungen von 1871 um 50 m, von 1885 nur etwas über 40 m höher, als das heutige. Die Zunahme des Sees (3 cm jährlich) wird durch »geringere Absorption des Wasserüberschusses« in Folge des Eingehens der Zuckerpflanzungen gefördert, ist jedoch nicht ausschliesslich durch dieselbe verursacht (Vgl. Credner, Relictenseen I, 35.)

*) Ascherson, Verhandl. der Berliner Gesellsch. 1887, 276, 322. Ueber ältere Verhältnisse des Sees und seine angebliche Versandung siehe Schleiden: Die Landenge von Sués, Leipzig 1858, 25 f., 97 f. Brugsch, L'Exode et les Monuments Égyptiens, Leipzig 1875, p. 29.

²²⁰⁾ Helmersen, Zeitschr. 1859, p. 61 ff. Neuere Angaben vermochte Credner (Relictenseen I, 32) nicht zu erlangen.

²²¹⁾ Russell, Notes upon Floods in Lake George Sonderabdruck aus den Schriften der Royal Society of New South Wales 1887 (20 pp., 4 diagrams), mir durch die Güte des Herrn Prof. Hann zugekommen. Brückner's Referat in Meteor. Zeitschr. 1888, Literaturber. 14, fügt hinzu, dass der See vor 1820 nach Aussage der Eingebornen einmal trocken gelegen sei.

Anschwellung im Jahre 1840 vermochte ihm kaum zu 1 *m* Wassertiefe zu verhelfen, die folgenden Jahre brachten wieder einen Rückgang und von 1846—1850 war der See wieder ausgetrocknet. Von 1850 füllte er sich langsam, 1852 trat eine rasche Anschwellung ein und seine Tiefe erreichte 3·3 *m* (11 feet), doch folgten hierauf wieder trockenere Jahre und 1859 abermals fast völlige Wasserleere. Mit Anfang der Sechzigerjahre begann eine neuerliche Erhebung, zunächst gering und, wie es scheint, nicht ohne Unterbrechung, von Ende 1864 aber heftig und rasch, so dass die grösste Tiefe im Jahre 1865 den Betrag von 5·1 *m* (17 feet) erreichte. Hierauf folgte ein Sinken des Seespiegels bis 1869, in welchem letzterem Jahre die Tiefe auf 6, nach andern nur 4 feet, also 1·8, beziehungsweise 1·2 *m* herabgesunken war.²²²⁾ Im Jahre 1870 aber scholl der See mit grosser Gewalt an, stieg in der Zeit vom April bis September dieses Jahres von 2·1 auf 4·7 *m* und erreichte nach fortgesetzter Zunahme im November 1874 den Stand von 1823, die grösste Tiefe von 7·4 *m*. Seine Abnahme in den nächsten Jahren scheint nicht bedeutend gewesen zu sein: auch wenn wir die Angabe von einem noch höheren Stande um Ende 1875 als nicht genug beglaubigt ansehen, können wir den Beginn des fortgesetzten Rückgangs (Abnahme 1874—78 nur 1·7 *m*) erst nach einem zweiten Maximum 1879 ansetzen. Die Achtzigerjahre zeigen dann freilich wieder entschiedene Abnahme und die Tiefe im Januar 1887 betrug 2·7 *m*, also um volle 4·6 *m* weniger als jene des Jahres 1874.²²³⁾

Wollen wir diese Schwankungen zu mehreren grossen Wellen zusammenfassen, so reicht der Hochstand von etwa 1816—1828, der niedere Stand bis 1865 oder 1870, seither ist wieder Hochstand. Hauptminima sind 1838/9 und 1845/51, Maxima 1823, 1864/5 und 1870—80.

Das letzte Maximum und die darauf folgende Abnahme erscheinen in Uebereinstimmung mit den grossen afrikanischen Seen, also verfrüht gegen Armenien, das Maximum von 1823 dagegen, das mit jenem des Sees von Valencia ungefähr zusammentrifft, bedeutend verspätet.

So führt die Vergleichung im Einzelnen nicht durchaus zu jener genauen Uebereinstimmung, die innerhalb des Mittelmeergebietes zu erreichen war; ein Gemeinsames aber schimmert dennoch durch all die Abweichungen hindurch, und ich will versuchen, demselben durch

²²²⁾ Es liegt etwas Missliches darin, dass die meisten Angaben nicht auf Ufermarken, sondern auf die grösste Tiefe des Sees bezogen sind und Russell daher der besseren Vergleichbarkeit zu Liebe ebenfalls dieses, durch örtliche Bodenveränderungen leicht zu trübende Mass zu Grunde legen musste. Daher — und wohl auch in Folge verschiedener Genauigkeit der Lothungen — die kleinen Abweichungen seiner Quellen von einander.

²²³⁾ Die nur während hohen Wasserstandes (1876, 1877) erwähnten (Russell p. 14) Jahresschwankungen scheinen bei solchem nur 6—9 inches (0·15 bis 0·23 *m*) zu betragen. — Die Möglichkeit von Katabothren an diesem abflusslosen und doch süssen See ist durchaus nicht ausgeschlossen, obwohl mir keine bestimmte Kunde darüber vorliegt.

Nebeneinanderstellung aller bisher besprochenen Bewegungen näher zu kommen; so unsicher auch Schlüsse aus so geringem Materiale erscheinen mögen, bieten sie doch wohl eine geeignete Grundlage zu fernerer, eingehender Prüfung der Frage.

I. Von regelmässigen Perioden der Schwankungen an Seen und Gletschern kann ebensowenig die Rede sein, als es uns bislang gestattet ist, einen Zusammenhang derselben mit der Sonnenfleckenzahl zu vermuthen.*) Die Uebereinstimmung liegt vielmehr darin, dass die Maxima und Minima der Seestände der Zeit nach in die unmittelbare Nähe gewisser fester Punkte fallen, die wir als „mittlere“ Maxima und Minima bezeichnen können, deren Abstände von einander aber durchaus unregelmässige sind.

II. Die Abweichungen der thatsächlichen Maxima und Minima von diesen mittleren sind nicht ausschliesslich von örtlichen Niederschlagsverhältnissen bedingt, sondern es lässt sich deutlich auch ein Einfluss der geographischen Länge des Ortes erkennen. In der Regel treten nämlich die östlicher gelegenen Gletscher und Seen später in die übereinstimmenden Bewegungen ein, als die westlicheren.

Diese Regel wird deutlich erkennbar aus folgender Zusammenstellung jener „mittleren“ Ausgangspunkte der Bewegung mit den thatsächlichen.**)

1. Maximum zwischen 1770 und 1790:

Alpengletscher, Trasimen, Neusiedler See, Bodensee, Traunsee, Genfersee; (Kaspisee), See von Valencia (1770?).

2. Minimum um 1800 (nicht sehr ausgesprochen):

Alpengletscher, Genfersee (1803?), Fucino (1793), Valenciasee.

Von den Schwankungen solcher Seen, welche nicht angeschlossen klimatischen Einflüssen folgen — wir wollen sie „unechte“ Schwankungen nennen! — lassen sich hierher die Minima des Pheneus 1814, der bessarabischen Salzseen 1812 und des Berdawil einreihen.

3. Maximum um 1815:

Alpengletscher 1815, Genfersee 1817, Bodensee 1816 bis 1820 (höchster Stand 1817), Fucino 1816, Wansee um 1820, Urmiasee 1810?, Kaspisee 1815, Pangong etwa 1821. Lake George 1823, See von Valencia 1822 oder später.

Unecht: Ostrovosee nach 1825, Kopais 1824—34; Pheneus 1830.

*) Die mir vom Herrn Verfasser übersendete Arbeit von Herrn Prof. H. Fritz „Beiträge zur Beziehung irdischer Erscheinungen zur Sonnenthätigkeit“ (S.-A. aus der Vierteljahrsschrift der Zürcher Naturf.-Ges. 1888) kam mir zu spät zu, um hier eingehend besprochen zu werden. Der Verfasser derselben versucht aus den Fünfjahrsmitteln der Sonnenfleckenzahl zu erweisen, dass die Gletschervorstösse zugleich mit oder kurz nach den Perioden von geringer Fleckenzahl eintreten und die Rückgangsperioden sich in entsprechender Weise an die Fleckenmaxima anschliessen; für die Zeit seit 1846 ist die Uebereinstimmung auch eine ziemlich gute, allein die früheren Mittel (von 1751 an) verhalten sich sehr unregelmässig.

**) In diese Liste sind alle während des Druckes erhaltenen Zusätze und Berichtigungen (die Anmerkungen *) aufgenommen.

4. Minimum um 1830:

Alpengletscher 1830, Genfersee 1830—32, Bodensee 1830—35, Fucino 1835, Göldschik und Wanseegebiet 1838, Urmiasee 1830—34?, Göktscha um 1830, Kaukasusgletscher gegen 1843, Kaspisee 1842, (Abistade 1839 nieder), Alakul um 1842, Lake George ausgestrocknet 1838/9, nieder bis 1850 (wieder trocken 1846—50), Great Salt-Lake um 1847, afrikanische Seen in den Vierzigerjahren (?).

Unecht: Zirknitzersee 1834/5, Pheneus 1837, bessarabische Salzseen 1832.

Mit der darauffolgenden Anschwellung tritt eine Spaltung in zwei Typen ein, deren Unterschied im Vorkommen oder Nichtauftreten des öfters erwähnten kurzen Rückgangs um 1850 besteht. Der erste Typus zeigt:

5. Maximum um 1845 (von kurzer Dauer).

Bodensee 1845, Fucino 1846, Göldschik und Wanseegebiet (1841—1850), Göktscha um 1843 hoch, Urmiasee 1847? Lake George Anschwellung 1850 bis nach 1852, Salt Lake 1856, Lorenzoseen zu Anfang der Beobachtungen 1859—64, wohl in Wirklichkeit etwas früher. (Ausbruch des Titicaca 1845?), Valenciasee 1853?

Unecht: Zirknitzer 1844/5, Klein-Asien 1837—40.

5a) Unterbrechung um 1850.

Bodensee Stillstand 1846—50, ²²⁴⁾ Fucino Abnahme 1847 bis 1850, Wansee 1850 bis nach 1852, Urmiasee 1847? bis 1852, Alakul vor 1860? Lake George 1855—59; Min. um 1860 am Honey L., Pyramid L., Winnemucca L.; Salt Lake von 1856 bis 1862, Lorenzoseen bis 1859, nur Ontario bis mindestens 1878.

Unecht: Klein-Asien 1840? (Tuz Göl).

5b) Maximum um 1860:

Bodensee 1855, Fucino 1861 (Gmundnersee 1862?), Wanseegebiet 1862 oder später, Urmia um 1860? Göktscha um 1860?, Lake George 1865, Pyramid L. nach 1871; Salt Lake 1862—74 (78?) im Ansteigen, Lorenzoseen etwa 1869—80 (Valenciasee 1873?)

Unecht: Zirknitzer 1851/52, bessarabische 1850—52.

6. Grosser Rückgang um 1865:

Bodensee 1856—60, Fucino 1861—1872 (?), Wanseegebiet 1862—75?, Göktscha 1860?—1879 f. Urmia?, George Lake 1865—69, Pyramid L. 1871?—82, Salt Lake 1874—82

²²⁴⁾ Der Minimalstand der Schweizerseen im Winter 1853/4, welcher dem Stillstande des Fucino 1854 genau entspricht, kann nicht wohl hierher gezogen werden, da er inmitten hoher Jahresmittel eintrat und somit in den Fünfjahrsmitteln keinen Ausdruck findet. Auch ist ~~inzwischen~~ ^{inzwischen} beachtenswerth, dass die Percentabnahme der vorrückenden Gletscher von 1850 auf 1855 eine sehr geringe war.

Unecht: Zirknitzer 1857, Klein-Asien 1846—48 und 1853, Stymphalischer See 1853.

Der zweite Typus dagegen zeigt:

5. Maximum um 1845:

Alpengletscher 1845, Genfersee 1843—46, Kaukasusgletscher bis gegen 1860, Kaspisee 1847—50, Hamunsee 1842 im Steigen, Pangongsee vor und um 1841, Lob Nor 1850? Tsade und Nilseen gegen 1860 (starke Zunahme um 1854 ff.)

Unecht: Ostrovo 1859.

6. Rückgang um 1860 (bedeutend):

Alpengletscher 1845—75, Genfersee bis 1860, bayrische Seen vor 1856, aber auch hernach zunächst nur schwache Zunahme, Neusiedlersee, 1855—68 (74), Birket el Qurum 1840?—71, Kaukasusgletscher 1860—1880, Kaspisee 1850—60 (dann zunächst schwache Zunahme), Hamun 1842?—1872?, Pangongsee 1841? bis vor 1863 (1856 schon sehr nieder), Lob Nor 1850—70?. Ontariensee 1859—1878 ff.; nach 1860 (kurz) Tsade und Nilseen.

Unecht: Ostrovo nach 1859.

Beide Typen treffen hierauf wieder zusammen in der

7. Anschwellung um 1865—70, deren Anfangspunkte folgende sind:

Alpengletscher 1875, bayrische Seen 1856; Genfersee und Bodensee 1861 (bedeutend erst seit 1865), (Fucino 1872), Neusiedlersee 1874, Birket el Qurum 1875, armen. Seen 1875?, Kaukasusgletscher 1880, Kaspisee 1860 (65), Hamun vor 1886, Pangong nach 1860, Lob Nor 1870 (bis 1876 ff.), Tsade und Nilseen etwa 1866 (bis 1880); Lake George 1870,²²⁵) (1882—84 ff. Valenciasee), Walker L. in den Achtzigerjahren.

Unecht: Winnemucca.

Der Beginn einer Anschwellung in jüngster Zeit nach längerem Tiefstand wurde ferner beobachtet am Abistade 1878/79, am Likwa 1882. Eine grössere Periode ununterbrochenen Ansteigens seit etwa 1840 (?) zeigen der Nyassa (bis 1875) und Tanganyika (bis 1878).

7a Secundäre Unterbrechung des Anschwellens um 1871 bis 1875 an jenen Seen, die bei dieser Anschwellung vorangingen: Genfer-, Boden-, Ammer-, Würm- und Kaspisee; auch von

²²⁵) Man könnte auch annehmen, am George Lake sei das Maximum von 1815 zwar verspätet (1823), Brant's Minimum (1838/9), Loftus' Schwelung (1840, sehr schwach) und dessen Rückgang (1846—50) aber ungefähr gleichzeitig mit den Seen des Mittelmeergebiets, die Strecker'sche Schwelung (1852), das grosse Minimum (um 1860) und die letzte Anschwellung (seit 1862 sammt der Senke von 1871—75 (hier 1865—69) sogar verfrüht eingetreten und die Abnahme seit 1879 parallel zu der an den bayrischen Seen zu beobachtenden. Doch wäre dies Verhalten wohl allzu wechselvoll!

Brückner a. d. Ostsee und von Soyka am Grundwasserstande Deutschlands beobachtet. Etwas früher am Zirknitzersee?

8. Abnahme in den Achtzigerjahren:

Ammer- und Würmsee seit 1881, Nilseen seit etwa 1880, Tanganyika seit 1878, Nyassa seit 1875, Lake George seit 1879 (1874?), Schirwa seit 1860 etwa, Ngami seit unbestimmter Zeit. Unecht: Sebach el Berdawil 1887 leer. Tuz-Göl um 1874??

Anzeichen einer Abnahme seit nicht näher zu bestimmender Zeit wurden ferner beobachtet am Lünernersee 1868, am Karakul 1873/74, See von Ereğli, 1879—82, Titicaca 1881/2.

All diese Uebereinstimmungen und die Verschiebung nach Osten würden viel deutlicher werden, wenn wir statt der einzelnen Seen, die örtlichen Einflüssen zugänglich sind, durchaus das allgemeine Verhalten grösserer Gruppen gegen einander halten könnten, wie dies zwischen Alpen- und Kaukasusgebiet möglich ist, an denen diese Verschiebung mir zuerst augenfällig entgegentrat. Doch werden wohl auch die vorgeführten Beispiele hinreichen, um das Vorwalten dieser Regel nicht nur innerhalb der Zone von 30—50° N. Br., der die meisten verglichenen Seen angehören, sondern auch ausserhalb derselben zu erkennen. Innerhalb einzelner Seengebiete scheint sich der Vorgang sogar im Kleinen zu wiederholen: so eilen die Gletscher der Westalpen in ihren Bewegungen jenen der Ostalpen voraus, so erscheint die Abnahme des Göktscha noch im Gange, als das Wanseegebiet schon neue Anschwellungen bekundet. Das zeitweise Voraneilen des Kaspisees wird sich uns nunmehr aus der westlichen Erstreckung seines Einzugsgebietes leichter erklären.*)

*) Einen ernstlichen Einwand gegen die Annahme einer Verzögerung der Bewegungsperioden nach E. bildet das Verhalten der westlichsten Gletscher des europäischen Festlandes. Während in den Alpen 1886 nach Forel bereits 40 Gletscher im Vorgehen waren und auch in Norwegen seit Jahren Anzeichen positiver Bewegung beobachtet werden, dauerte in den Pyrenäen der Rückgang bis 1884 allgemein fort und erst seit 3—4 Jahren ist eine grosse Zunahme der Firn- und Schneemassen im Gange, die den Rücken des Vignemale- oder Montferratgletschers um 5 m erhöht hat (Graf H. Russell: 2 m bis 1885, 3 m 1885—86, letzten Sommerstationär) und den kleinen Gletscher des Taillou W. vom Circus von Gavarnie ungemein vergrössert hat. Wir stehen hier also erst am Beginne einer allgemeinen positiven Bewegung. (Quellen: Guido Joanne, Pyrénées. 1882. Vorrede von Reclus, Schrader u. Lequeutre p. XXXVIII; Degrange-Touzin, Ann. Club Alp. Franc. IX, 1882, p. 560—579; Michélier, Ann. du Bur. Centr. Météor. 1885, I. Bd.; Forel, Jahrb. S. A. C. XXI, 386 f., XXII, 253; Bouillé, Ann. C. A. F., XIII, 163 und die Abbildungen p. 160 f.; Graf Henry Russell ebendort, XIII, 123, und freundliche briefliche Mittheilung vom 21. Mai 1888.) — Gleichwohl habe ich diese Gletscher nicht als selbständige Gruppe jenen der Alpen und des Kaukasus entgegengestellt. Denn die Nachrichten über dieselben, an sich spärlich genug, reichen nicht über die letzte Rückgangsperiode (hier von etwa 1856 an beglaubigt) zurück. Ausserdem ist der oben genannte östliche Vignemalegletscher der einzige in den Pyrenäen, der eine eigentliche Eiszunge in's Thal herabsendet. Die übrigen bilden kleine, zum grossen Theil unter Firn begrabene Eisfelder, deren Beschaffenheit den oberen Theilen alpiner Gletscher entspricht. Der Betrag der Jahresschwankung an den Firnfeldern (für den Vignemalegletscher von

Der Betrag der Verzögerung ist ein wechselnder; da die einzelnen Schwankungen an Dauer ebenfalls verschieden sind, dürfen wir auch nicht erwarten, dass Seen, die um ungefähr 180° Länge von einander entfernt sind, „zeitlich genau entgegengesetztes“ Verhalten befolgen; doch zeigt eine Nebeneinanderstellung des grossen Salzsees und der Seen im Mittelmeergebiet im Allgemeinen einen entgegengesetzten Verlauf beider Curven. Schieben wir den Lake George und die Lorenzseen als Zwischenglieder ein, so haben wir folgende Tabelle:

	Fucino	Wansee	George L.	Salt L.	Lorenzseen
Maximum . . .	1816	1820	1823	—	—
Minimum . . .	1835	1838	1840 ff.	1847	—
Maximum . . .	1846	1850	1852	1856	1859?
Minimum . . .	1850	1852 f.	1859	1862	1869
Maximum . . .	1861	1862 f.	1874	1874	1880
Minimum . . .	(1872)	1875?	—	—	—

Russell, Ann. C. A. F., IX, 258 und XI, 1884, p. 173 auf 9—12 m beziffert) erschwert daher die Beobachtung ungemein. In noch höherem Masse treten aber Schwankungen von der Dauer weniger Jahre hervor, wie sie sich in Folge etlicher sehr schneereicher oder sehr heisser Jahre auch an den oberen Theilen alpiner Gletscher einstellen, ohne in der Regel am unteren Ende der Gletscherzunge selbst sichtbar zu werden. So zeigte z. B. in dem Jahre 1882/3 (welches nehenbei bemerkt, den Anfangspunkt der von Simony, Mitth. der k. k. Geogr. Ges. Wien, XXVIII, p. 124, 135 festgestellten Firnzunahme am Dachstein und der seither wieder verschwundenen Eisanhäufung an der nördlichsten Marke der unteren Pasterze — Seeland, Zeitschr. d. D. u. Oe. Alpen-Ver. 1884 p. 51 — darstellt) nach Michelier p. 64 das Schnee- und Gletschergebiet des Pic Long und des Pic du Néouvielle eine ungeheure Zunahme, deren Wirkungen erst Ende 1885 wieder völlig aufgehoben waren. Wenn ich in den Mitth. d. D. u. Oe. Alpen-Ver. 1888, Nr. 7, p. 80 die Vermuthung ausgesprochen habe, dass auch am eigentlichen Eiskörper innerhalb der grösseren Perioden solche Schwankungen von kürzerer Dauer — Folgen eines oder mehrerer extremer Jahre — bestehen mögen, so scheint hierfür (abgesehen von den »Ausbrüchen« einzelner, besonders rasch beweglicher Gletscher, wie des dort genannten Suldenferners) das Verhalten des Sentisgletschers (Min. 1875, seither Zunahme und darauf wieder Abnahme), des Zigiorenove (mehrere secundäre Maxima zwischen 1835 und 1852), vielleicht auch jenes des Glac. des Bossons und Gl. du Tour (an letzterem eine ungemein grosse Jahresschwankung??) zu sprechen, wie es bei Forel (Jahrb. S. A. C. XXI 378, XXII 233, 241—246, 249) und Durier (Ann. C. A. F. XIII 572—581) dargestellt ist. Letzterer hat bereits 1886 (a. a. O. 581) mit Bestimmtheit die Ansicht ausgesprochen, dass neben den »Schwankungen in langen Perioden von 30 und mehr Jahren« auch »oscillations passagères« anzunehmen seien, die gleichsam eine Unterbrechung der ersteren darstellen, aber ebenfalls von allgemeinen meteorologischen Ursachen abhängen. Ohne tieferes Eingehen auf die Theorie der Gletscherbewegung ist eine eingehende Kritik dieser Ansicht nicht durchzuführen; hier handelt es sich zunächst darum, dass nach den obigen Angaben das Bestehen eines secundären Maximums bald nach jenem von 1845 und der Beginn einer neuerlichen Abnahme an den seit 1875 zunehmenden Gletschern der Alpen, also ein weiterer Parallelismus mit den Seeschwankungen an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Jedoch ist derselbe nicht beglaubigt genug, um in die obenstehende Zusammenstellung aufgenommen zu werden.

Die Maxima des Fucinersees fallen also nahezu zusammen mit den Minimis des grossen Salzsees und umgekehrt; dass dies auf dem Wege der Verspätung erfolgt, zeigen die Zwischenglieder, welche eine geringere oder grössere Verspätung je nach ihrer Lage aufweisen, besonders eindringlich aber eine Vergleichung des relativen Werthes der einzelnen Schwankungen. Diese lehrt uns, dass das Fucino- und Wansee-Minimum von 1835—38 wirklich auch dem Betrage nach dasselbe mit jenem des Salt Lake von 1847 ist, nämlich das Hauptminimum der verglichenen Reihe, ebenso das Maximum 1861 und 1874 hier, wie dort Hauptmaximum, die dazwischen liegenden Schwankungen aber secundär sind.²²⁶⁾

Wollen wir diese Art der Probe jedoch weiter führen und untersuchen, ob das Maximum von 1815 bei sämtlichen Seen, an denen es nachgewiesen ist, jenes von 1850—60 an Betrag übertreffe, oder in ähnlicher Weise die Senke von 1830 mit jener um 1860—65 vergleichen, so stossen wir auf ein Hindernis. Denn selbst bei benachbarten Seen zeigt sich der relative Wert dieser Anschwellungen und Entleerungen verschieden; wenn sich auch im Ganzen die Hauptmaxima von den kleineren Schwellungen deutlich abheben, streiten doch untereinander vier derselben (1770, 1815, 1845—60, 1880) um den Vorrang. Es geht auch nicht zu sagen, beim Typus I falle mehr Gewicht auf das eine, bei II auf ein anderes derselben, sondern innerhalb eines dieser Typen haben wir Gegensätze, wie Fucino und Bodensee, deren ersterer 1816 und 1835, der letztere 1855 und 1860 besonders aber in den Siebzigerjahren extreme Stände ausweist.

Wir müssen daher noch an dem folgenden Satze festhalten:

III. Insbesondere bei abflusslosen Seen pflegt die Schwankungsrichtung sich über längere Zeiträume ununterbrochen zu erhalten (Aufspeicherung); der Betrag und zum Theile auch die Dauer der einzelnen Anschwellungen und Entleerungen sind von örtlichen Bedingungen mit abhängig. (Klimatische und nicht klimatische Localeinflüsse).

Wenn z. B. der Betrag einzelner Schwankungen so weit herabsinkt, dass er dem minder genauen Beobachter ganz entgeht oder auch wirklich durch abnorme örtliche Verhältnisse ganz aufgehoben werden mag, so dass in unserer Tabelle 30-, ja 80jährige gleichsinnige Bewegungen oder gar Stillstände auftreten, während andere nahegelegene Seen zu derselben Zeit mehrere Wellen aufweisen, so fehlt uns eine allgemeine Erklärung für diese Veränderungen der Amplitude. Es ist aber nicht unmöglich, dass selbst der Unterschied zwischen beiden

²²⁶⁾ Dies einzige Beispiel genügt natürlich nicht zu der Folgerung, dass die klimatischen Elemente, welche ein Maximum oder Minimum begründen; sich in einer Periode von 25 bis 30 Jahren um die Erde bewegen, also an demselben Orte nach 30 Jahren wieder eintreffen (vgl. auch Forel's Zahlen für die Gletscher: 1800, 1815, 1830, 1845, 1875); aber es sei hier nicht unterlassen, auf die Möglichkeit einer derartigen Hypothese hinzuweisen. (>Klimaströmungen<.)

von mir aufgestellten Typen nur auf der grösseren oder geringeren Deutlichkeit der kleineren Schwankungen in den Vierziger- und Fünfzigerjahren beruht, und so mag weitere Forschung nach dem Gemeinsamen der zu jedem Typus gehörigen Seen wohl auch die Ursache der Verschiedenheit im relativen Werthe ein und derselben Schwankung an verschiedenen Seen aufhellen.

IV. Eine weitere Ursache von Gegensätzen und Abweichungen scheint in der verschiedenen geographischen Breite der einzelnen Seen zu liegen.

Das Verhältnis des George Lake und des Sees von Valencia zu den anderen unserer Liste scheint freilich zu zeigen, dass ein grundsätzlicher Unterschied weder zwischen Tropen und gemässigter Zone, noch zwischen Nord- und Südhemisphäre vorwaltet. Fasst man jedoch die kleineren Wellen des George Lake seit seiner grossen Trockenperiode zu einer Linie zusammen, so zeigt er übereinstimmend mit den afrikanischen Seen der Südhemisphäre eine bedeutende Zunahme von etwa 1840:45—1879 und dann rasches Sinken, also eine Bewegung, die Lang nicht mit Unrecht als „den Schwankungen der Alpenglotscher, wie der Binnenmeere Osteuropas und Asiens genau entgegengesetzte“²²⁷⁾ bezeichnet hat. Noch auffälliger wird dieser Gegensatz der afrikanischen Seen, an dem auch jene des Nils mit Theil haben, wenn wir sie mit dem Moerissee vergleichen, der auf demselben Meridian mit dem Victoriasee liegt. Allein auch er dürfte sich als blosse „Verfrühung“ gegenüber den Seen und Gletschern Europas erklären lassen, von denen ja die bairischen Seen ebenfalls bereits in die abnehmende Bewegung eingetreten sind. Wenn man das verfrühte Maximum des Fucinersees 1816, sowie das häufige Vorseilen des Urmiasees in's Auge fasst, mag man wohl auf die Vermuthung kommen, dass innerhalb desselben Meridians der südlicher gelegene See früher in die Schwankungen eintrete, eine Vermuthung, welche auch die Reihenfolge des Maximums: Nyassa 1875, Tanganyika 1879, Nilseen 1880? und die Launen des Pangongsees einigermassen befriedigend erklären würde. Allein auf so unsicherem Gebiet ist jeder rasche Schritt bedenklich.

Einige weitere Sätze ergeben sich noch in Bezug auf das wechselseitige Verhalten der verschiedenen Arten von Seen und der Gletscher.

Die Perioden der Gletscherbewegung nach Fritz' und Heim's Bezeichnungsweise, erscheinen gegen die Nachbarseen verspätet, die Veränderungen des Percentsatzes vorrückender Gletscher nach Forel (auch auf den Kaukasus von 1880 an angewendet) dagegen öfter gleichzeitig oder ein wenig verfrüht. Daraus ergibt sich, dass

V. eine Verzögerung der Gletscherbewegungen gegenüber den Schwankungen nahe gelegener Seen

²²⁷⁾ Oder »zeitlich symmetrisch entgegengesetzt«. Münch. Allg. Zeitung 24. Jan. 1888, 2. Beil. p. 1 und briefliche Mittheilung. Brückner hingegen (Met. Zeitschr. 1888 [30]) findet die afrikanischen Seen, »wenn wir von der Intensität der Epochen absehen«, in guter Uebereinstimmung mit den allgemeinen Klimaschwankungen.

nicht regelmässig stattfindet. Für die grosse Verfrühung einzelner Alpenseen gegenüber dem letzten Gletschervorstosse waren wohl besondere örtliche Ursachen massgebend.)*

VI. Zweifelhaft ist, ob ein durchgreifender Unterschied zwischen den Schwankungen abflussloser und abflussbesitzender Seen des nämlichen Gebietes stattfindet. Dass an letzteren die Aufspeicherung fehlt, die Abnahme durch die gleichzeitige Verringerung der Abflussmenge theilweise aufgehoben wird und also die Abflussseen einen mehr unmittelbaren, aber minder deutlichen und minder dauernden Ausdruck klimatischer Veränderungen bilden, ist schon gesagt worden. Daher sind besonders an ihnen kürzere Schwankungen deutlicher als an benachbarten geschlossenen Seen (Abnahme nach 1860 an den Nilseen, 1871—75 an den Alpenseen); auch der Eintritt in eine neue Bewegungsrichtung erscheint daher an ihnen häufig früher: so an den Alpenseen, insbesondere der letzte Vorstoss und das gegenwärtige Zurückgehen, so vielleicht am Göktscha. Die scheinbare Ausnahme in Nordamerika erklärt sich wohl genügend aus dem Unterschied der geographischen Länge.

*) Michelier, Étude sur les variations des glaciers des Pyrénées (Ann. du Bur. Centr. Météor. de France Année 1885, I, B. 35 — B. 235, Paris 1887) hat für ein begrenztes Gebiet von etwas über 60.600 Hektar ziffermässig nachgewiesen, dass die starke Abschmelzung der Gletscher und Firnfelder den Wasserstand von ihnen gespeister Flüsse bis über das Doppelte der nach den Regenmengen zu erwartenden Wasserführung zu erhöhen vermag. Besonders deutlich erschien dies in dem sehr trockenen Lustrum 1870—74. Wirken so die Gletscher als natürliche Vorrathskammern ausgleichend auf die Abflussmenge der einzelnen Jahre ein, so ist es ganz wohl denkbar, dass in Zeitpunkten besonders rascher Abschmelzung Flüsse und Seen des Hochgebirges sogar einer merklichen Zunahme unterliegen, während die Gletscher sich fortgesetzt vermindern. Und vielleicht erklärt sich auf diese Weise die Zunahme des Bodensees seit 1860, des Kaspisees seit 1860 bezw. 1865, während die benachbarten Gletscher bis in die Siebziger- und Achtzigerjahre zurückgingen und reine Niederschlagsseen, wie Neusiedler und Fucino, mit ihnen parallel blieben. Allein dieselbe Abweichung erscheint auch an den bayrischen Vorlandseen und den meisten Strömen Mitteleuropas, bei denen eine Speisung durch Gletscher- und Firnwasser nicht stattfindet. Und selbst in Michelier's pyrenäischem Beobachtungsgebiet ist nach seinen ungenauen, aber eher zu hoch gegriffenen Zahlen jene Ausgleichung in der Regel (insbesondere wenn wir Fünfjahrsmittel an Stelle seiner Perioden setzen) blos im Stande, eine vorhandene Abnahme zu verringern, nicht aber an ihrer Stelle eine Anschwellung herbeizuführen. Das oben vorgeführte »vielleicht« bleibt also der Ausdruck flüchtiger Vermuthung. (Vgl. Mitth. d. D. u. Oe. Alpen-Ver. 1888, Nr. 11.) — Uebrigens hat schon — worauf mich Herr Professor Forel aufmerksam macht — im Jahre 1880 H. de Saussure (La Question du lac Genève p. 30) den Versuch gemacht, die hohen Wasserstände des Genfersees in den Siebzigerjahren aus dem damaligen starken Rückgang der Walliser Gletscher, insbesondere des Rhonegletschers zu erklären (vgl. dagegen Forel, Bull. Soc. Vaud. 1881, p. 338 ff.). — Wir müssen darin eine Ueberschätzung des Betrages der Abschmelzung erblicken und darauf beharren, dass jener Hochstand in Zusammenhang mit dem neuerlichen Vorrücken der Gletscher zu bringen sei!

VII. Seen, welche neben klimatischen auch anderen Einwirkungen unterliegen (zeitweilige Anzapfungen, Ueberfließen, unterirdische Abzugscanäle) werden nur so lange die ersteren zu sichtbarem Ausdruck bringen, als sich die Wirkungen der letzteren gleichmässig verhalten.

Dies zeigt die Reihe der „unechten“ Schwankungen, deren viele sich in keiner Weise unserem Gerüste einfügen liessen, während andere z. B. am Zirknitzer See, mehr oder minder genaue Uebereinstimmungen aufweisen, sei es während der ganzen behandelten Zeiträume, sei es nur für einen kleinen Abschnitt derselben.

Hiermit ist meine Aufgabe erledigt. Durch die Arbeiten von Lang, Heim, Forel, Fritz, Brückner und Soyka vornehmlich ist für das engere Alpengebiet und für Mittel-Europa im Allgemeinen eine überraschende Uebereinstimmung in den Schwankungen der Gletscher, Flüsse, Seen und Binnenmeere einerseits, der Niederschlagsmengen, der Temperatur und des Grundwassers andererseits erwiesen und Brückner ist an der Arbeit, dieses Verhältnis für die gesammte Erdoberfläche festzustellen. Da mag es wohl wünschenswerth erscheinen, durch eine besondere Betrachtung der Seeschwankungen, zunächst unabhängig von den Erscheinungen der fließenden Gewässer und unabhängig von einer Betrachtung der meteorologischen Ursachen, welche hier und dort zu Grunde liegen, deren allgemeine Eigenthümlichkeiten festzustellen, damit es so leichter möglich werde, die Art zu durchschauen, in welcher jene Ursachen diese Wirkungen hervorbringen. Dies habe ich in dem bescheidenen Umfange meines Materials versucht und meine Aufgabe ist erfüllt, wenn ich zum Werke einige brauchbare Bausteine geliefert habe.



