

1

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Neue Folge. Heft 72

1955

Wasserstandsschwankungen
der oberbayerischen Seen

von

Walter Schumann

in München

Vorgelegt von Herrn Herbert Louis am 4. Februar 1955

Mit 21 Tafeln

München 1955

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen

Printed in Germany

INHALTSVERZEICHNIS

Vorbemerkung und Problemstellung	5
Übersicht der untersuchten Seen	7
I. Grundlagen der Wasserstandsvergleiche	14
A. Allgemeines	14
B. Die einzelnen Seen	15
1. Staffelsee S. 15. 2. Würmsee S. 16. 3. Simssee S. 21. 4. Waginger See S. 21. 5. Walchensee S. 25. 6. Tegernsee S. 26. 7. Schliersee S. 27. 8. Ammersee S. 36. 9. Kochelsee S. 37. 10. Chiemsee S. 40. 11. Eibsee S. 45	
C. Folgerungen und Forderungen.	48
II. Der Jahresgang der Seespiegelschwankungen	51
A. Der Richtungssinn des Jahresganges	51
a) Allgemeines.	51
b) Der Richtungssinn des Jahresganges der einzelnen Seen	55
1. Staffelsee S. 55. 2. Würmsee S. 56. 3. Simssee S. 57. 4. Waginger See S. 57. 5. Walchensee S. 58 [aa) Der natürliche Walchensee S. 58; bb) Der Walchensee als Staubecken S. 59]. 6. Tegernsee S. 60. 7. Schliersee S. 61. 8. Ammersee S. 63. 9. Kochelsee S. 64 [aa) 1869 bis 1921 S. 64; bb) 1922 bis 1950 S. 65]. 10. Chiemsee S. 65. 11. Eibsee S. 66	
c) Vergleich der Jahresgänge aller oberbayerischen Seen	67
B. Die Amplituden des Jahresganges	71
1. Staffelsee S. 71. 2. Würmsee S. 71. 3. Simssee S. 71. 4. Waginger See S. 72. 5. Walchensee S. 72. 6. Tegernsee S. 72. 7. Schliersee S. 72. 8. Ammersee S. 72. 9. Kochelsee S. 73. 10. Chiemsee S. 73. 11. Eibsee S. 73	
C. Zusammenfassung	75
III. Der langjährige Gang der Seespiegelschwankungen	81
IV. Bemerkungen über den Mittelwasserstand der untersuchten oberbayerischen Seen	83
Anhang	85
A. Tabellen	85
1. Seearéal und Einzugsgebiet	85
2. Die Mittelwasserstände	86
3. Die größten Hochwasser	87
4. Die größten Wasserklemmen	88
5. Die größten Amplituden	89
B. Quellenverzeichnis	89
C. Literaturverzeichnis	91
D. Abkürzungen und Zeichen	96

VERZEICHNIS DER BEIGEgebenen TAFELN

1. Pegelstandorte am Ammersee, Würmsee und Chiemsee
2. Pegelstandorte am Walchensee, Waginger See, Staffelsee und Tegernsee
3. Pegelstandorte am Eibsee, Simssee, Schliersee und Kochelsee
4. Vergleichswerte von Pegeln am Waginger See und Schliersee
5. Vergleichswerte von Chiemseepegeln und Diagrammläuterung der angewandten Benennung der spezifischen Kurvenwerte
6. Differenz der Wasserstände der Chiemseepegel
7. Ganglinie des Pegelnullpunktes bei Tettenhausen am Waginger-Tachinger See
8. Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven am Staffelsee, Würmsee, Simssee und Waginger See
9. Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven am natürlichen Walchensee, Walchenseestaubecken und Schliersee
10. Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven am Tegernsee, Ammersee und Eibsee
11. Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven am Kochelsee und Chiemsee
12. Verteilung der Frühjahrs- und Herbstmaxima und der Jahresminima des Wasserstandes der oberbayerischen Seen
13. Jahresamplituden der Wasserstandsschwankungen des Staffelsees, Würmsees, Simssees, Waginger Sees und Walchensees
14. Jahresamplituden der Wasserstandsschwankungen des Tegernsees, Schliersees, Ammersees und Kochelsees
15. Jahresamplituden der Wasserstandsschwankungen des Chiemsees und Eibsees
16. Typischer Jahresgang der Wasserstandsschwankungen der oberbayerischen Seen
17. Der langjährige Gang der Wasserstandsschwankungen oberbayerischer Seen (Staffelsee, Würmsee, Simssee, Waginger See, Walchensee, Tegernsee, Schliersee, Ammersee, Kochelsee)
18. Der langjährige Gang der Wasserstandsschwankungen des Chiemsees und Eibsees und der langjährige Gang der Niederschläge der Stationen Rosenheim, Tegernsee und Seeshaupt
19. Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen des Staffelsees
20. Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen des Chiemsees
21. Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen des Eibsees

VORBEMERKUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Als Mitarbeiter bei den Neuauslotungen an oberbayerischen Seen durch Herrn Dr. F. Zorell (145)¹ hatte ich Gelegenheit, die Natur dieser Seen und ihre Landschaft kennenzulernen.

Dabei haben die Wasserstandsschwankungen mit ihrem nicht zu verkennenden rhythmischen Verlauf mein besonderes Interesse erweckt.

Es soll die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung sein, das Phänomen der Wasserstandsänderungen der oberbayerischen Seen zu klären und in einem Vergleich der Erscheinungen an den einzelnen Seen die Grenze für allgemeingültige Aussagen abzustecken.

Dabei sollen nur jene Niveauperänderungen berücksichtigt werden, die ohne weiteres sichtbar sind, über einen längeren Zeitraum währen und mit Pegeln regelmäßig gemessen werden. Seiches (nach der Definition von Fatio de Duillier [44] und besonders Forel [54]) und Gezeiten (nachgewiesen von Endrös [42]) wie auch Vibrationen (Forel, 54) fallen also nicht unter diese Betrachtungen.

Als Unterlagen für die Wasserstandsangaben – es handelt sich um ungefähr 350000 Pegelwerte – wurden bei dieser Arbeit, die sich ausschließlich auf den Zeitraum der Pegelbeobachtung beschränkt, nach Möglichkeit nur Pegelstandslisten, d. h. direkte Quellen, verwendet, um etwaige Ungenauigkeiten von vornherein auszuschalten. Wie sehr diese Vorsichtsmaßnahme geboten war, zeigt die Tatsache, daß nur ein Pegel an den oberbayerischen Seen „Pegel erster Ordnung“ ist und somit gründlichere Wartung und Auswertung erfährt, während im allgemeinen die Seen bisher noch nicht das volle Interesse in hydrologischer Hinsicht gefunden haben.

Die Auswahl der besprochenen Seen in dieser Arbeit mußte überhaupt vom Vorhandensein einer Pegelmeßstelle abhängig gemacht werden. Daher konnten nur solche Seen in die folgenden Ausführungen einbezogen werden, die mindestens einen Pegel in ihrem unmittelbaren Bereich aufzuweisen haben. Erst in neuerer Zeit gewinnen die Seen mit dem immer stärker werdenden Verlangen nach Regulierung und Ausnützung von Wasserkraften als natürliche Staubecken und Speicher mehr und mehr an Bedeutung.

Gestaltete sich schon die Beschaffung der Wasserstandslisten oft sehr schwierig – waren doch durch Vernichtung erhebliche Verluste eingetreten, aus Raummangel die Akten zum Teil noch verlagert –, so türmten sich bei der Sammlung des dazugehörigen Aktenmaterials, besonders über Pegelveränderungen, Standortverlegungen und dgl., oft beinahe unüberwindliche Schwierigkeiten auf. Nur selten fand sich ein Sammelakt mit vollständigen Pegelangaben, und erst seit wenigen Jahren existieren sog. Pegelstammbücher mit dem Zweck, alle einschlägigen Unterlagen in übersichtlicher Form zu sammeln und dadurch eine ge-

¹ Um die Anzahl der Fußnoten möglichst gering zu halten, werden Literaturangaben in Klammern () dem Text beigelegt. Die erste Zahl weist auf die Nummer im Literaturverzeichnis hin, die zweite gibt die betreffende Seite der erwähnten Zitate an.

naue Kontrolle über die Wasserstandsmessungen zu erhalten. Der Verfasser war daher zu zeitraubenden Archivarbeiten bei den verschiedenen Amtsstellen und Behörden gezwungen.

Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt ich von meinem verehrten Lehrer Herrn Dr. F. Zorell, der mir durch seine reichen Erfahrungen stets helfend und lenkend zur Seite stand, wofür ihm an dieser Stelle auf das herzlichste gedankt werden soll. Weiterer Dank gebührt den Herren Professoren Jessen (†), Louis und Fehn für ihr Interesse am Gelingen dieser Untersuchungen.

Es ist mir außerdem ein ganz besonderes Anliegen, der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde München und ihrem Direktor Herrn Dr. van Rinsum für die bereitwillige Überlassung sämtlicher einschlägiger Unterlagen zu danken.

Ebenso sei dem Bayerischen Landesvermessungsamt München, der Bayernwerk AG., den Straßen- und Flußbauämtern München, Weilheim, Rosenheim und Traunstein, den Wasserwirtschaftsämtern Weilheim und Rosenheim, der Regierung von Oberbayern, der Bundesbahn, dem Deutschen Wetterdienst (München) sowie all den vielen Freunden und Bekannten, die mir durch selbstlose Unterstützung stets helfend zur Seite standen, auf das herzlichste gedankt.

ÜBERSICHT DER UNTERSUCHTEN SEEN

Auf Grund der vorliegenden Pegelbeobachtungen können elf Seen Oberbayerns, nämlich Staffelsee, Würmsee, Simssee, Waginger See, Walchensee, Tegernsee, Schliersee, Ammersee, Kochelsee, Chiemsee und Eibsee in unsere Betrachtung einbezogen werden.

Eine kurze topographische Beschreibung ihrer Umgebung wie auch besonders der Einzugsgebiete soll Anhaltspunkte dafür ergeben, in welchem Maße das Niederschlagsgebiet durch seine Größe und Lage Einfluß auf die Wasserführung der Seen zu nehmen vermag.

Unsere Seen lassen sich nach geographischen Gesichtspunkten, das heißt auf Grund ihrer Lage und der ihres zugehörigen Einzugsgebietes, in vier Gruppen gliedern:

1. Reine Vorlandseen: Die Seen dieser Gruppe haben mit ihren Einzugsgebieten Anteil ausschließlich am Alpenvorland. Zu ihnen gehören Staffelsee, Würmsee (oder Starnberger See), Simssee und Waginger-Tachinger See.
2. Voralpenseen: Die Voralpenseen liegen mit ihren Einzugsgebieten im Übergangssaum zwischen Hochalpen und Alpenvorland. Walchensee, Tegernsee und Schliersee zählen zu diesem Typus.
3. Seen mit großem gemischtem Einzugsgebiet: Während die Seen im Vorland liegen, haben ihre Einzugsgebiete Anteil an verschiedenen Höhenstufen und greifen z.T. bis in die Hochalpen zurück. Ammersee, Kochelsee und Chiemsee vertreten diese Gruppe.
4. Hochalpenseen: Ihr Bereich ist ausschließlich auf die Hochalpen beschränkt. Von den hier zu besprechenden oberbayerischen Seen vertritt nur der Eibsee diesen Seentyp.

Diese Aufteilung der Seen nach gemeinsamen Merkmalen soll in der vorliegenden Arbeit zunächst als Gliederung dienen. Die folgenden Untersuchungen werden u. a. zu erweisen haben, ob bzw. wie weit diese Einteilung der oberbayerischen Seen nach geographischen Gesichtspunkten mit ihren hydrographischen Verhältnissen in Einklang steht.

VORLANDSEEN

1. Staffelsee

Bis auf die westliche und nordwestliche Umgebung wird das Staffelsee-Ufer von sanften Höhenzügen begleitet. Dort jedoch befinden sich große, ganz flach gelagerte Moore, die – wie besonders bei der Ach-Einmündung – zum Teil stark versumpft sind. Zahlreiche Inseln ragen auch bei höchsten Wasserständen aus der Seefläche auf.

Das Einzugsgebiet wird fast ausschließlich von einem Zufluß, der Ach, bestimmt und liegt vorwiegend westlich des Sees. Sein Areal (81 km²) übertrifft das des Sees (7,7 km²)

über zehnmal an Größe. 11,5 km liegen die entferntesten Punkte in westlicher Richtung vom See ab; die Ach durchmißt jedoch von ihren Quellen bis zur Einmündung in den Staffelsee eine Strecke von über 20 km.¹

Der Staffelsee (11° 10' 10'' ö. L. 47° 41' 20'' n. Br.)² stellt den Typ eines reinen Vorlandsees dar.

2. Würmsee

Der zweitgrößte See Bayerns, der Würmsee (57 km²), zeigt nur geringe Spuren einer Verlandung durch Zuflüsse. Kleine Bäche, die auch ein relativ kleines Einzugsgebiet (310 km²) entwässern, vermögen keine ausgedehnten Deltas aufzubauen. Am Nord- und Südende befinden sich einige vermoorte und versumpfte Gebiete (im Süden Hochmoore!). Die seitliche Ufergestaltung wird von Moränen bestimmt.

Dem langgestreckten Würmsee fehlt ein von Süden kommender Hauptzufluß. Daher umgibt ihn das Einzugsgebiet fast gleichmäßig, und dessen entferntester Punkt liegt nur 12 km vom See. Trotz des Areal von 310 km² ist das Einzugsgebiet – relativ gesehen – das kleinste aller hier zu besprechenden Niederschlagsgebiete (von dem des natürlichen Walchensees abgesehen); das Verhältnis zur Seegröße beträgt nur 5,4 : 1.

Wie beim Staffelsee haben wir beim Würmsee (11° 18' 40'' ö. L. 47° 54' 45'' n. Br.) den Typus eines reinen Vorlandsees vor uns.

3. Simssee

Den langgestreckten, 5½ km messenden Simssee begleiten beiderseitig Höhenrücken. Im Gegensatz zum Würmsee kann man hier von einem durchflossenen See sprechen. Zwei Bäche, Achen von SO und Antwoher Achen von O, führen die Hauptwassermassen dem See zu. Entsprechend ist auch die Verlandung des Simssees am Nordost- und Südwestende am stärksten.

Das Einzugsgebiet des Simssees ist einseitig nach Osten gerückt, so daß die Entwässerungsrichtung trotz des Seeabflusses nach Süden doch der allgemeinen Abdachung des Alpenvorlandes nach Norden folgt. Die größte Breite des Einzugsgebietes beträgt 12,5 km, die größte Entfernung der abgelegensten Wasserscheide vom See 7 km. Ein Vergleich der Größe des Simssees (6,5 km²) mit der des zugehörigen Niederschlagsgebietes (84 km²) ergibt ein Verhältnis von 1 : 12,8.

Die Lage vor den Alpen (12° 14' 20'' ö. L. 47° 52' 30'' n. Br.) stellt den Simssee zu der Gruppe der reinen Vorlandseen.

¹ Die Zahlen über Flußlängen beruhen auf Angaben im Bayer. Jahrbuch für Gewässerkunde, 1951 (85) und Ausmessungen des Verfassers nach großmaßstäblichen Karten. Nur für Teilstrecken existieren eingehende Flußkilometrierungen.

² Die Daten für die geographische Lage der Seen beziehen sich auf die Seemitte.

4. Waginger-Tachinger See

Der Waginger-Tachinger See (9 km²) besteht aus zwei Becken, dem nördlichen Tachinger und dem sich daran nach Südosten anschließenden Waginger See. Da aber beide Teile in direkter Verbindung stehen, wird der gesamte See meist nach dem größeren südlichen benannt und der Tachinger See als Nebenbecken aufgefaßt.

Die Ufer des Sees bestehen aus einem mehr oder weniger breiten Verlandungs- und Moorgürtel, an den sich nach außen Erhebungen von geringer Höhe anschließen.

Relativ gering – nur 7,5 km – liegen die äußersten Punkte des einseitig nach Westen gerückten Einzugsgebietes (125,5 km²) vom See entfernt. Dennoch ist das Einzugsgebiet vierzehnmal größer als das Seeareal.

Die Lage des Waginger-Tachinger Sees (12° 45' 15'' ö. L. 47° 56' 45'' n. Br.) und die des dazugehörigen Niederschlagsgebietes ist charakteristisch für einen reinen Vorlandsee.

VORALPENSEEN

5. Walchensee

Nur stellenweise von flachen Ufern begleitet, liegt der 16,4 km² große, die Gestalt eines Dreiecks aufweisende Walchensee inmitten aufragender Berge. Bis zu Anfang der zwanziger Jahre – vor Errichtung des Walchenseekraftwerkes – besaß der See keinen besonders großen Zufluß. Das Einzugsgebiet umrahmte fast nur den Walchenseekessel. Viele kleine Bäche fließen dem See direkt zu. Vor 1922 betrug das Verhältnis von Seefläche (16,4 km²) und Einzugsgebiet (74,3 km²) 1 : 4,5; die entfernteste Wasserscheide lag nur 8 km in südwestlicher Richtung vom See.

Seit 1925 hat der Walchensee den Charakter eines reinen Staubeckens; Zu- und Abflüsse wurden verlegt und das Einzugsgebiet auf 560 km² erweitert (Seeareal: Einzugsgebiet = 1 : 34,2). 1949 wird das Einzugsgebiet des Walchensees durch Einleitung des Rißbaches um weitere 210 km² vergrößert (Fels, 50, 3). Dadurch ändert sich das Verhältnis von Seefläche und Niederschlagsgebiet auf 1 : 47.

Auf Grund der steilen Uferböschung und der großen Tiefe vermag der See erhebliche Wassermengen aufzunehmen, ohne daß weite Uferstreifen überschwemmt würden.

Der natürliche Walchensee (11° 21' 00'' ö. L. 47° 35' 30'' n. Br.) zählt neben dem Tegernsee und Schliersee zur Gruppe der Voralpenseen. Mit der Regulierung der Wasserstände seit 1924 wird der Walchensee zum reinen Stausee und kann keiner der oben (S. 7) genannten Gruppen zugesprochen werden.

6. Tegernsee

West- und Nordufer des 7 km in der Länge und etwa 1300 m in der Breite messenden Tegernsees werden von sanft ansteigenden Hügeln begleitet, während das Ostufer z. T. größere Erhebungen bis unmittelbar an den See heranführt. Im Süden dagegen breitet

sich eine große Ebene aus. Hier liegen die beiden Hauptzuflüsse, die Weißbach und die Rottach, von denen besonders erstere beträchtliche Schuttmengen in den See transportiert. Das südliche Delta ist sehr flach und steigt erst weiter dem Gebirge zu, dem Flußgefälle entsprechend, allmählich an.

Wie bei den meisten oberbayerischen Seen sind die Hauptzuflüsse schon seit langem korrigiert, ja die Weißachmündung ist sogar verlegt worden. Auch selbst kleinere Zuflüsse haben beim Tegernsee fast keine natürliche Wasserführung mehr. Durch Einbau von Stufen und durch Befestigung der Ufer wird den Bächen die Erosionsmöglichkeit weitgehend genommen, der Flußweg meist verkürzt und die Abfließgeschwindigkeit damit erheblich vergrößert. Daß ein solcher Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt eines Flusses besonders auf die Amplituden der Seespiegelschwankungen von Bedeutung sein kann, soll später (Kap. II, B) ausgeführt werden.

Der Tegernsee liegt unter $11^{\circ} 44' 30''$ ö.L. $47^{\circ} 43' 10''$ n.Br. und umfaßt ein Areal von 9 km^2 . Das Einzugsgebiet (211 km^2) – sich vorwiegend in südlicher Richtung erstreckend – übertrifft den See fast 24mal an Größe. Der abgelegenste Punkt des Niederschlagsgebietes liegt vom See in einer Entfernung von 14 km bei den Quellen der Weißbach. Die Weißbach selbst durchläuft aber eine Strecke von mehr als 20 km.

Der Tegernsee gehört auf Grund seines Einzugsgebietes zum Typus der Voralpenseen.

7. Schliersee

Die Umrahmung des $2,2 \text{ km}^2$ großen Schliersees ($11^{\circ} 51' 50''$ ö.L. $47^{\circ} 43' 30''$ n.Br.) bilden nach Osten und Westen langsam ansteigende Höhenzüge, nach Süden eine kleine, leicht gegen den See einfallende Ebene, die in kurzer Entfernung schon zur Wasserscheide gegen das Leitzachtal ansteigt. Nach Norden umgeben den See flache Sumpfwiesen.

Die Hauptwasserzufuhr kommt also nicht aus dem nach Süden geöffneten Tal, sondern aus den Bergen, die den See begleiten. Das Einzugsgebiet weist eine mittlere Erstreckung in SWW-NOO-Richtung von 7 km auf, während die N-S-Erstreckung 3,5 bis 5,3 km beträgt. Die abgelegenste Wasserscheide mißt vom See eine Entfernung von 4 km. Das Seeareal ($2,2 \text{ km}^2$) steht zu der Größe des Niederschlagsgebietes ($27,4 \text{ km}^2$) in einem Verhältnis von 1 : 12,5.

Auf Grund seiner topographischen Lage gehört der Schliersee zur Gruppe der Voralpenseen.

SEEN MIT GROSSEM GEMISCHTEM EINZUGSGEBIET

8. Ammersee

Die Ammer/Amper bestimmt den Wasserhaushalt des Ammersees. Entsprechend der großen Schutt- und Schwebstoffführung der Ammer hat sich am Südende ein großes Delta aufgebaut, das mit einer sehr geringen Neigung gegen den See einfällt. Die östliche und westliche Ufergestaltung dieses langgestreckten, 16 km messenden Sees wird durch Mo-

ränen bestimmt, die nur an wenigen Stellen Platz für die Ausbildung flacher Uferstreifen lassen. Von N her beginnt die Vermoorung gegen den See vorzudringen, doch die Ausmaße bewegen sich in viel kleineren Werten als die im südlichen Seeteil.

Regulierungen – besonders am Zu- und Abfluß – sind an diesem See frühzeitig ausgeführt worden und erstrecken sich heutzutage bis an die Alpen heran, fast durch das gesamte Einzugsgebiet.

Die Bootshütten an den Ufern des Ammersees erinnern infolge der großen Wasserstandsschwankungen dieses Sees sehr an die Absenkungserscheinungen des Walchensees, und auch selbst die heute allerdings verfallene Schleuse am Ausfluß konnte nur bis zu einem gewissen Grad Wasserklemmen verhindern.

Das Einzugsgebiet des Ammersees erstreckt sich in SWS-NON-Richtung mit einer maximalen Ausdehnung von 68 km. Während der südwestlichste Ort des Niederschlagsgebietes über 50 km vom See entfernt liegt, beträgt der Weg der Ammer von ihren Quellen bis zur Einmündung in den Ammersee bei einem Gefälle von 550 m rd. 35 km mehr, d. h. die Ammer benutzt durchaus nicht den kürzesten Weg von den Alpen zum Ammersee. Die Größe des Einzugsgebietes beträgt 988,5 km², die des Sees 47 km²; das entspricht einem Verhältnis von 21 : 1.

Der Ammersee (11° 07' 20'' ö. L. 48° 00' 30'' n. Br.) liegt den Alpen weit vorgelagert, aber sein Einzugsgebiet durchquert das Vorland und reicht selbst bis in die Alpen. Er gehört daher zu der Gruppe von Seen, die durch ein großes gemischtes Einzugsgebiet charakterisiert wird.

9. Kochelsee

Der Kochelsee liegt unter 11° 20' 30'' ö. L. und 47° 38' 45'' n. Br. und umfaßt eine Fläche von rund 6 km². Während die West-, Süd- und Ostumrahmung von hohen Bergen gebildet wird, ist die nördliche Begrenzung des Sees äußerst flach und daher zum größten Teile stark versumpft. Besonders die nach N vorgreifende Bucht, der sog. Rohrsee, ist nur bei Hochwasser als See anzusprechen. Bei tiefen Wasserständen gleicht sie einem überschwemmten Flußbett.

Das galt bis zum Jahre 1903. Dann wurde der Kochelsee durch Korrektur des Hauptzuflusses und Abflusses, der Loisach, um etwa 1 m abgesenkt (Jahrbuch, 85, 66; 1907) und das nördlich angrenzende Sumpfland trockengelegt. Mit der Absenkung ist auch der Rohrsee verschwunden. An den südlichen Ufern wird durch die Tieferlegung des Wasserspiegels nur wenig Neuland gewonnen, da die Ufer sehr steil einfallen (vgl. Zorell, 145, 209).

Seit 1922 werden mit Errichtung des Walchenseekraftwerkes die Wasserstandsschwankungen des Kochelsees reguliert; er erhält seitdem zusätzlich Wasser aus dem Walchensee. Durch einen Stollen wird die Wasserscheide zwischen den beiden Seen durchbrochen und das 200 m große Gefälle zum Kochelsee für die Stromgewinnung ausgenützt.

Das Einzugsgebiet des Kochelsees greift in südwestlicher Richtung relativ weit in die Alpen hinein und wird vorwiegend durch die Loisach, die verschiedene Höhenstufen und somit auch recht unterschiedliche Geländeklimabereiche quert, bestimmt.

Der entfernteste Ort des Einzugsgebietes liegt 49 km vom Kochelsee in SW-Richtung. Die Loisach weist sogar von ihren Quellen bis zur Einmündung in den Kochelsee 65 Fluß-

kilometer auf, wobei sie einen Höhenunterschied von 450 m überwindet. Dieses lang ausgedehnte Einzugsgebiet (684 km²) ist über 105mal so groß wie der nur rd. 6 km² umfassende See.

Da der Kochelsee mit seinem Einzugsgebiet vom Alpenvorland bis in die Hochalpen reicht, zählt er zur Gruppe der Seen mit einem großen gemischten Einzugsgebiet.

10. Chiemsee

Das „bayerische Meer“, der Chiemsee, umfaßt nicht nur das größte Areal (85 bzw. 80 km²) der hier behandelten Seen, sondern besitzt auch das größte Einzugsgebiet (1388 km²).

Die gesamte Südumrahmung des Sees bilden weit ausgedehnte Moore, die in früherer Zeit leicht überschwemmt werden konnten. Daher wurde 1904 der Seeauslauf durch Begradigung tiefer gelegt und der Seespiegel so um $\frac{3}{4}$ m abgesenkt. Das Seeareal verringerte sich dadurch von 85 auf 80 km² und das Verhältnis von Seeareal zum Einzugsgebiet von 1 : 16 auf 1 : 17.

Die anderen Uferstrecken werden von Moränen begleitet, so daß die Absenkung des Chiemsees nur an den flachen Stellen zur Anlandung führte. Da besonders am Ostufer eine verhältnismäßig breite Uferbank bestand, sind hier ausgedehntere Streifen trocken geworden und heute bereits von Wald bestanden.

Der Hauptzufluß ist mit 75 km Länge die Tiroler Achen, die von den Kitzbühler Alpen kommt. Entsprechend dehnt sich das Einzugsgebiet des Chiemsees südlich des Sees mit einer maximalen Erstreckung von 72 km und einer mittleren Breite von 22 km aus. Der südlichste und entfernteste Ort des Niederschlagsgebietes mißt bis zum See 59 km.

Daneben ist auch die Prien ein Fluß mit reicher Wasserführung.

Wie Ammersee und Kochelsee gehört auch der Chiemsee (12° 27' 20'' ö. L. 47° 52' 30'' n. Br.) zur Gruppe der Seen mit einem großen gemischten Einzugsgebiet.

HOCHALPENSEEN

11. Eibsee

Der kleinste der hier besprochenen Seen, der Eibsee, umfaßt nicht einmal 2 km² und ist in vieler Hinsicht der eigenartigste. Er wird von hohen Bergen eingeschlossen, zum großen Teil von Sturzbächen genährt und hat keinen oberirdischen Abfluß. Auf Grund seiner Lage (10° 58' 30'' ö. L. 47° 27' 25'' n. Br.) wie auch nach der des Einzugsgebietes gehört er dem Typus der Hochalpenseen an.

Das Einzugsgebiet liegt innerhalb jenes des Kochelsees, und die unterirdisch abfließenden Wasser müssen somit jenem zukommen. Interessant ist dabei, daß der Eibsee nicht unmittelbar auf dem kürzesten Weg zur Loisach entwässert, sondern daß sich der Abfluß

des Sees erst bei Garmisch aus einer über das übliche Maß hinausgehenden Wasserzunahme der Loisach bemerkbar macht.¹

Das Einzugsgebiet des Eibsees ist mit 15,4 km² relativ klein. (Das Verhältnis von Seeareal zur Größe des Einzugsgebietes beträgt 1 : 8,7.) Seine größte Erstreckung beträgt von NW nach SO 6,25 km, der geringste Abstand zweier sich direkt gegenüberliegender Wasserscheiden 2,5 km und die größte Entfernung eines Ortes innerhalb des Niederschlagsgebietes vom See 3,5 km.

¹ Nach Untersuchungen der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde München, 1953.

I. GRUNDLAGEN DER WASSERSTANDSVergLEICHE

A. ALLGEMEINES

Um Wasserstände zu messen, benutzt man durch eine Skala aufgeteilte, feststehende Meßlatten, sog. Lattenpegel, die normalerweise immer zur gleichen Tageszeit (in Bayern sind es meist die Morgenstunden) abgelesen werden. Die Differenzen in der Wasserstandshöhe geben den Grad und die Tendenz (Zu- oder Abnahme) der „Wasserstandsschwankungen“ an.

Diese ältesten Wasserstandsmesser werden heutzutage immer mehr durch selbstschreibende Pegel (Schreibpegel) ersetzt, die vollautomatisch – ohne tägliche Bedienung – arbeiten und eine genauere Beobachtung gestatten. Da aber die wenigsten oberbayerischen Seen mit einer solchen Anlage ausgestattet sind, werden für diese Arbeit in erster Linie Lattenpegelablesungen verwendet, um auf die gleichen täglichen Beobachtungszeiten aufzubauen (bei Schreibpegeln gilt das 24-stündige Mittel als Tageswert).

Jeder Pegel ist durch bestimmte Angaben näher zu definieren, damit Veränderungen an der Meßstelle erkannt und die Wasserstände entsprechend korrigiert werden können.¹

Folgende Daten sind dafür notwendig:

1. Zeitpunkt der Errichtung, d. h. seit wann eine Ablesung an dieser Meßstelle möglich ist.
2. Die „Ordnung“ des Pegels gibt den Grad der Einstufung im amtlichen Beobachtungsnetz an (bei den oberbayerischen Seen handelt es sich um Pegel, die von der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde oder deren Vorgänger, dem Hydrotechnischen Bureau, errichtet wurden).
3. Der Standort des Pegels ist besonders bei Veränderungen (am Zu- oder Abfluß) bedeutsam.
4. Die Einzugsgebiete der Gewässer sind bei den vorliegenden Untersuchungen mit den Niederschlagsgebieten identisch (bei Seepegeln gilt das Einzugsgebiet bis zum Secauslauf).
5. P. N. über N. N.² gibt die absolute Höhe (bezogen auf Amsterdamer Pegel) des Pegelnullpunktes wieder. Um Veränderungen in der Höhenlage bestimmen zu können, sind laufende Kontrollnivelements notwendig. Diesem Problem wird bei den folgenden Ausführungen ein ganz besonderes Augenmerk zu widmen sein.
6. Zeitpunkt des Beginns der Beobachtungen: Da zwischen diesem Termin und der Errichtung der Meßstelle erhebliche Differenzen auftreten können, wurde das Datum des Beobachtungsbeginns mit aufgenommen.
7. Lücken der Beobachtung: Angaben hierüber sollen zeigen, wann und in welchem Umfang die regelmäßigen Beobachtungen gestört waren. Da sich die Arbeit vorwiegend mit Monatsmittelwerten beschäftigen wird, ist die Beobachtung dann als gestört anzusehen, wenn der Gang der Schwankung über den Zeitraum eines Monats nicht mehr einwandfrei zu erkennen ist (d. h. wenn der Pegel an mehreren Tagen nacheinander nicht abgelesen wurde, gilt der ganze Monat als „Beobachtungslücke“). Ob nun der Pegel eine Zeitlang nicht abgelesen wurde oder ob die betreffenden Unterlagen verlorengegangen sind, läßt sich nicht immer klären. Daher gelten Zeiten ohne Beobachtungsmaterial als Zeiten ohne Ablesung.

¹ Die erforderlichen Angaben sind in den Pegelvorschriften (105 und 22) festgelegt und werden durch die einschlägigen DIN-Vorschriften (28) ergänzt.

² Ein Verzeichnis über Abkürzungen und Signaturen ist im Anhang beigelegt.

Haben sich die Pegeldata im Laufe der Zeit verändert, so ist dies in den folgenden Ausführungen berücksichtigt, und die Beobachtungswerte wurden entsprechend umgerechnet. Sämtliche Daten, die in der Arbeit verwendet worden sind, nehmen daher Bezug auf den neuesten Stand – Ende 1950 –, wenn nicht ausdrücklich anders vermerkt.

Um eine Vollständigkeit in der Beobachtungsreihe zu erreichen, kann man versuchen, die fehlenden Monatsmittel zu ergänzen. In welcher Weise hierbei vorgegangen wurde, ist an zwei Beispielen (Schliersee und Chiemsee) eingehender erläutert. Grundsätzlich wurde versucht, mögliche Fehler so klein zu halten, daß sie in der Mittelbildung über einen längeren Zeitraum nicht ins Gewicht fallen und ± 1 cm nicht überschreiten.

Einzeluntersuchungen über Wasserstandsveränderungen sind von mehreren Seiten – allerdings mit recht unterschiedlichen Ergebnissen – schon ausgeführt worden. Bei einigen solcher Arbeiten liegt aber ein gewisser Mangel in einer ungenügenden „Aufbereitung“ des Ausgangsmaterials hinsichtlich etwaiger Veränderungen an den Pegeln. Um hier endgültige und absolute Grundlagen zu schaffen, wurde das vorliegende Material nach allen Richtungen kritisch untersucht.

B. DIE EINZELNEN SEEN

1. Staffelsee

Pegel Seehausen

Errichtet:	Lattenpegel: 7. 2. 1908	III. Ordnung
Standort:	Etwa 4 m seitwärts der Schiffshütte Probst (vgl. Tafel 2 Fig. 3); 19 km bis zur Ammer	(Q 22) ¹
Einzugsgebiet:	81 km ²	
P.N. über N.N.:	648,113 m	

Die Beobachtungen beginnen am 12. 2. 1908 und zeigen folgende Lücke:

1945: April mit September

Von 1908 bis Dezember 1936 erfolgten die Ablesungen jeden zweiten Tag. Für die Zwischentage wurde interpoliert.

Am 10. 9. 1908 ist der Pegel nivellistisch eingemessen und Pegelnul mit 648,113 m bestimmt worden. Im Oktober 1950 konnte die unveränderte Höhenlage des Pegelnulpunktes bestätigt werden (Q 22–23).

Am Staffelsee ist der Lattenpegel Seehausen also 43 Jahre lang (1908–1950) beobachtet worden. Wenn die Pegelablesungen 29 Jahre hindurch (1908–1936) nur jeden zweiten Tag ausgeführt wurden, so ist durch Interpolation der Zwischenwerte eine Vollständigkeit in der Beobachtungsreihe mit genügend genauen Monatsmitteln erreichbar. Die Ablese-

¹ Ähnlich den Literaturangaben werden die verwendeten Quellen im Text mit einer Nummer erwähnt, die sich ebenfalls auf ein Verzeichnis im Anhang – dem Quellenverzeichnis – bezieht. Zum Unterschied zu den Literaturhinweisen werden die Quellen durch ein vorgesetztes „Q“ besonders gekennzeichnet.

lücke von 1945 dagegen kann nicht allgemeingültig ergänzt werden. Der Richtungssinn des Wasserstandsganges für 1945 ist unter Verwendung von Bezugslinien und graphischen Vergleichen von Ganglinien zweier Flußpegel (Oberrach und Oberhausen, vgl. Tafel 2 Fig. 3) gesichert, die errechneten absoluten Monatsmittelwerte müssen allerdings für jede weitere Betrachtung ausscheiden.

2. Würmsee

Pegel Starnberg/Würmsee

Errichtet:	Lattenpegel: 29. 4. 1907	III. Ordnung
Standort:	Am Strandbad Starnberg; 39 km bis zur Amper	(Q 49)
Einzugsgebiet:	312 km ² ¹	
P.N. über N.N.:	583,452 m	(Q 48)

Die Beobachtungen beginnen am 1. 5. 1907 und zeigen folgende Lücken:

1926: November
 1929: Mai
 1945: Januar, Mai mit August, Dezember

Mit der Errichtung des Pegels wurde auch gleichzeitig dessen Höhenlage, ausgehend vom Fixpunkt „Kellerfenster“ des Bahnhofs Starnberg (587,0698), mit 583,492 m bestimmt (Q 49).

Im Herbst 1930 zeigte ein Nivellement vom gleichen Festpunkt wie 1907 eine Erhöhung von Pegelnull um 36 mm auf 583,528 m (Q 50), (die direkten Nivellementunterlagen sind durch Kriegseinwirkungen verlorengegangen). Wie diese Erhöhung des P.N.-Punktes möglich war, läßt sich durch den Pegel Starnberg/Würmfluß, der nur wenige 100 m von jenem Seepegel entfernt ist (vgl. Tafel 1 Fig. 2), klären.

Pegel Starnberg/Würmfluß

Errichtet:	Lattenpegel: April 1837	I. Ordnung
Standort:	39,5 km bis zur Amper	(Q 51)
Einzugsgebiet:	312 km ²	(Q 52)
P. N. über N. N.:	1930: 583,362 m 1938: 583,322 m 1946: 583,311 m 1950: 583,106 m	(Q 49)

Die Beobachtungen beginnen 1837 und zeigen nach 1930 folgende Lücken:

1945: Januar, Mai mit Dezember

Nach einer Notiz des Beobachters auf der Wasserstandsliste des Pegels Starnberg/See vom Mai 1915 wie auch nach dem Schriftverkehr aus jener Zeit (Q 50) geht hervor, daß der Seepegel am 6. 5. 1915 mit neuen Emaillelatten ausgestattet wurde. Bei dieser Instandsetzung ist die Differenz in der Sollhöhe – wie vom Straßen- und Flußbauamt München richtig vermutet (Q 50) – entstanden. Eine graphische Darstellung der Ablesungen des Seepegels

¹ Nach Halbfuß (71, 70) 310,37 km².

zeigt deutlich den Sprung in der Wasserstandsganglinie vom 5. zum 6. Mai 1915. Leider sind die Originalunterlagen des Pegels Starnberg/Würmfluß gerade für den Monat Mai verlorengegangen, und die vorhandenen Abschriften (als solche gekennzeichnet!) haben sich fälschlicherweise die Werte des Seepegels zu eigen gemacht und sind daher wertlos. Man kann also nicht unmittelbar zeigen, daß der Sprung der Ganglinie des Seepegels von der Ganglinie des Flußpegels nicht mitgemacht wird.

Ein Vergleich der Wasserstände der Monate April, Mai und Juni 1915 sowie eine Mitteilung vom 10. 3. 1934 (Q 50) (damals bestanden noch die Originalunterlagen) lassen jedoch erkennen, daß der Abstand der jeweils gleichzeitigen Ablesewerte von Seepegel und Flußpegel von etwa 4 cm im April auf etwa 1 cm im Juni verringert ist.

Die Wasserstände des Pegels Starnberg/See liegen somit vor dem 6. Mai 1915 um 3 cm höher als jene nach dem 5. 5. 1915.

Im Frühjahr 1929 wird in der Nähe des Seepegels ein Strandbad errichtet. Durch die Umgestaltung des Seeufers liegt der Pegel ab 22. 5. 1929 trocken und wird bis zur Errichtung eines neuen Pegels am 28. 7. 1930 seit 1. 6. 1929 provisorisch durch einen Hilfspegel ersetzt (Q 50).

Auf welche Höhe die Nullpunkte des Hilfspegels wie auch des endgültigen Pegels gelegt wurden und wie sich diese in der folgenden Zeit verhalten haben, kann nur durch Vergleich mit dem Würmflußpegel annähernd festgestellt werden, da keinerlei Unterlagen darüber existieren. Am 19. 6. 1945 wurde der Seepegel vernichtet, wodurch die Wasserstandsbeobachtungen für die nächsten zwei Monate unmöglich gemacht wurden.

Um das Verhalten der beiden Starnberger Pegel zu bestimmen, wurden die Differenzen der Wasserstandsablesungen (Würmflußpegel über Seepegel) im Monatsmittel der Stände seit 1928 graphisch dargestellt, wie es auf Tafel 6 für den Chiemsee geschehen ist. Während der Beobachtungszeit an dem obenerwähnten Seehilfspegel ist nun diese Differenz der Monatsmittelstände um etwa 2 cm kleiner als die der vorhergehenden und folgenden Monate. Da sich der Flußpegel in diesem Zeitraum nicht verändert hat (Q 52), ist eindeutig, daß die Stände des Hilfspegels am Würmsee vom 1. 6. bis 27. 7. 1929 um 2 cm höher liegen als die der Nachbarmonate (die Differenz wird kleiner, das bedeutet höhere Seestände, d. h. der Hilfspegel sitzt tiefer).

Am 28. 7. 1930 wird ein neuer Seepegel in unmittelbarer Nähe des alten gesetzt. Dabei wurde die obenerwähnte Differenz in der Sollhöhe des alten Pegels gemessen, doch eine Angabe über das neue Pegelnulldatum ist nicht erfolgt (Q 50).

Es ist aber die gleiche Höhe wie die des alten Pegels mit 583,528 m anzunehmen. Tatsächlich bestätigen Vergleiche von Tagesständen der beiden Starnberger Pegel während der Errichtung des Hilfspegels am 1. 6. 1929 und des endgültigen Seepegels am 28. 7. 1930 diese Vermutung.

Von 1930 bis 1938 nimmt die Differenz der Wasserstände zwischen Seepegel und Würmflußpegel um etwa 5–6 cm zu. Wie die folgende Zusammenstellung aber nachweist, hat sich der Flußpegel in diesem Zeitraum um 4 cm gesenkt.

	P. N. (Flußpegel)	F. P. Bahnhof	
1930	583,362 m	587,04 m	(Q 50)
7. 12. 1938	583,322 m	587,04 m	(Q 52)

Eine weitere Erhöhung der Stände am Seeausfluß ist durch den Neubau einer zweiten Brücke 1935 bedingt (Q 53). Dadurch daß nun zwei Brücken kurz hintereinander stehen (etwa 10 m Abstand), ist dieser Stau durchaus verständlich. Mit dem Abbruch der alten Brücke, an der der Pegel bisher befestigt war, wurde auch der Flußpegel am 7. 12. 1938 an die neue Brücke versetzt (Q 54). Der Pegelnullpunkt des Seepegels ist somit in der Zeit von 1930 bis 1938 nicht verrückt worden. Die Änderung der Differenzen gegenüber den Ablesungen am Flußpegel sind einerseits durch die nachgewiesene Senkung des Flußpegels, andererseits durch den Brückenbau zu erklären.

Auch in der folgenden Zeit von 1938 bis zur Brückensprengung am Seeauslauf vom 29. 4. 1945 (Q 51) hat der Seepegel seine Lage beibehalten; denn der Würmflußpegel ist durch Nivellement vom 27. 9. 1940 und vom 30. 8. 1941 (Q 52) als unverändert befunden worden, und die Differenzen in der Wasserstandshöhe zwischen Seepegel und Flußpegel sind von 1938 bis 1945 gleichgeblieben.

Infolge des Einsturzes der Perchaer Brücke am Seeauslauf im April 1945 wurden dann die Wasserstände des Sees in der nächsten Zeit durch den eingetretenen Stau beträchtlich erhöht. Die notwendige Korrektur für den natürlichen Schwankungsverlauf ist wieder mit Hilfe des Bezugspegels Starnberg/Würmfluß zu ermitteln.

Nach der Vernichtung des Seepegels am 19. 6. 1945 und des Flußpegels am 9. 6. 1945 wurde die Wasserstandsbeobachtung am Würmsee für die nächsten 10 Wochen unterbrochen. Das Jahr 1945 muß daher bei langjährigen Vergleichen ausscheiden. Denn mangels eines Bezugspegels ist es nicht möglich, die Beobachtungslücken in dieser Zeit zu schließen.

Mit dem 1. 9. 1945 beginnen die neuen Beobachtungen an einem Seepegel, während an Stelle des einstigen Würmflußpegels seit 3. 12. 1945 mittels eines Hilfspegels, der um 14 cm höher sitzt (P.N. = 583,451) als der seit 5. 12. 1946 errichtete endgültige Flußpegel (P.N. = 583,311) (Q 51), die Wasserstände gemessen werden (Q 51). Für den Seepegel ist bis zum 12. 7. 1950 (P.N. = 583,452) kein Pegelnull bekannt (Q 50).

Zunächst ist also für einen Vergleich der Stände des Seepegels mit denen des Flußpegels eine Erhöhung der Werte des Hilfspegels um 14 cm notwendig. Dabei sieht man, daß die Stände am Flußpegel in den Jahren 1946, 1947 und 1948 numerisch 0–1 cm höher liegen als die des Seepegels – immer noch sind die Wasserstände durch die Brückentrümmer am Seeauslauf beeinflusst. Lediglich der Januar 1946 fällt durch besonders hohen Seewasserstand gegenüber dem Flußpegel auf. Beim graphischen Vergleich der Stände der beiden Starnberger Pegel läßt sich der tatsächliche Stau des Würmsees (bezogen auf die Abflußverhältnisse von 1950) ohne weiteres erkennen. Er beträgt – die Korrektur des Hilfspegels einbezogen – etwa 22 cm. Vom 10. Januar bis 9. Februar beseitigte man erstmals Trümmer aus dem Flußbett. Sofort nimmt auch die Differenz in der abgelesenen Wasserstandshöhe zwischen den beiden Starnberger Pegeln ab und beträgt bis zur endgültigen Ausräumung des Seeausflusses (vom 10. 3. 1949 bis 6. 12. 1949) etwa 0–1 cm (siehe oben). 1950 liegen die Flußpegelablesungen wie 1945 wieder 9–10 cm höher als die des Seepegels.

Da die Pegel am Seeausfluß seit Dezember 1945 öfters eingemessen wurden und sich außer den in ihren Ursachen erkannten Abweichungen keine weiteren Änderungen von der Sollage ergaben, ist es nun einfach, die durch den Stau bedingten Seewasserstände zu

korrigieren, wenn 1945 für die Betrachtung ausscheidet. Wie sich der See bis zu seinem höchsten Stau seit der Brückensprengung erhöht hat, läßt sich mangels Wasserstandsmessungen in den Sommermonaten nicht sagen. Jedenfalls hat er bis Dezember 1945 einen Stau von etwa 22 cm erreicht. Um diesen Betrag müssen die abgelesenen Pegelstände bis einschließlich 10. 1. 1946 reduziert werden. Für die folgende Zeit bis einschließlich 9. 3. 1949 ist eine Korrektur um —9 cm notwendig, damit der Höhenunterschied der abgelesenen Wasserstände des Seepegels zu seinem Bezugspegel wie 1950 9–10 cm beträgt. Dabei darf allerdings auch der höhere Nullpunkt des Flußhilfspegels nicht außer acht gelassen werden.

Für den Zeitraum der endgültigen Trümmerbeseitigung hat die Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde auf Grund von Wasserspiegelfixierungen und anderen Untersuchungen Diagramme aufgestellt, nach denen die Abhängigkeit zwischen Stau und Ausräumung ohne weiteres zu erkennen ist. „Etwa vom 15. 11. 1949 ab wird diese Korrektur gleich Null“ (Q 50).

Scheinbar ist das ehemalige Verhältnis der beiden Starnberger Pegel zueinander wieder hergestellt, indem die Differenz in den Wasserstandshöhen wie 1944 9–10 cm beträgt. Und doch ist die Situation eine andere geworden!

Der Seepegel liegt 1950 um 7,6 cm, der Flußpegel dagegen nur um 1,1 cm tiefer als 1944.

	Seepegel		Flußpegel
1944	583,528 m	P. N.	583,322 m
1950	583,452		583,311
	0,076 m		0,011 m

Dennoch liegen die Ablesewerte des Seepegels etwa 10 cm unter denen des Flußpegels!

Dieser gleiche Wert entspringt einem reinen Zufall, denn das Abflußgefälle vom Seepegel zum Würmflußpegel hat sich 1950 gegenüber 1944 um 8 cm verringert: Werden sämtliche Monatsmittelstände der angegebenen Jahre auf den Pegelnullpunkt des Seepegels von 1950 bezogen, so stellen die Differenzen Seepegel/Würmflußpegel das Abflußgefälle für die Entfernung der beiden Standorte dar. Es ergibt sich folgendes Bild:

	Korr.: Seepegel + 8 cm	1944 Diff.	Flußpegel — 13 cm	Korr.: Seepegel ± 0 cm	1950 Diff.	Flußpegel — 14 cm
Januar	54	12	42	67	4	63
	64	12	52	66	4	62
	66	11	55	66	6	60
	92	12	80	65	4	61
	91	11	80	65	4	61
Juni	90	12	78	55	4	51
	99	14	85	49	4	45

	Korr.: Seepegel + 8 cm	1944 Diff.	Flußpegel — 13 cm	Korr.: Seepegel ± 0 cm	1950 Diff.	Flußpegel — 14 cm
	105	14	91	49	3	46
	96	12	84	52	4	48
	98	13	85	49	4	45
	105	10	95	49	4	45
Dezember	122	13	109	59	4	55
		12			4	

Man sieht nach vorstehender Tabelle, daß das Abflußgefälle 1950 nur noch ein Drittel von dem des Jahres 1944 beträgt. Worauf dieser Unterschied zurückzuführen ist, soll hier nicht weiter untersucht werden; wahrscheinlich hängt er mit der Wiederherstellung der Brücke von 1949 zusammen.

Die notwendigen Korrekturen der abgelesenen Wasserstände des Seepegels Starnberg (bezogen auf den Pegelnullpunkt von 1950) seien hier nochmals zusammengestellt:

1. 5. 1907	mit 5. 5. 1915	+ 4 cm
6. 5. 1915	31. 5. 1929	+ 8
1. 6. 1929	27. 7. 1930	+ 6
28. 7. 1930	28. 4. 1945	+ 8
29. 4. 1945	2. 12. 1945	?
3. 12. 1945	9. 1. 1946	—22
10. 1. 1946	9. 2. 1946	—22 bis —9
10. 2. 1946	9. 3. 1949	— 9
10. 3. 1949	6. 12. 1949	— 9 bis ± 0
ab 7. 12. 1949		keine Korrektur

Von 1907 bis 1950 (= 44 Jahre) konnten die Ablesungen des Würmseepiegels verwendet werden. Zwei kleine Lücken (in der ersten Hälfte des November 1926 und in der zweiten Hälfte des Mai 1929) ließen sich unter Berücksichtigung der gleichzeitigen Niederschlagsverhältnisse im Einzugsgebiet und der Registrierungen am Würmflußpegel als Bezugsgrößen mit genügender Genauigkeit auffüllen. Eine Ergänzung der mehrmonatigen Lücke von 1945 ist nicht zu erreichen, soll auch im Rahmen dieser Untersuchungen nicht angestrebt werden, da seit diesem Jahre – wie nachgewiesen – einschneidende Veränderungen am Seeauslauf erfolgt sind, die einen Vergleich von Wasserstandsschwankungen störend beeinflussen. Das Jahr 1945 muß bei diesem See für jede weitere Untersuchung ausscheiden.

3. *Simssee*

Pegel Krottenmühl

Errichtet: Lattenpegel: 27. 8. 1906 III. Ordnung
 Standort: Beim Schwimmbad Krottenmühl; 11 km bis zum Inn (Q 18)
 Einzugsgebiet: 83,79 km²
 P.N. über N.N.: 469,865 m (Q 17)

Die Beobachtungen beginnen am 1. 9. 1906 und zeigen keine Lücken.

Der Pegel Krottenmühl (vgl. Tafel 3 Fig. 2) weist bis zum 10. 12. 1912 erhebliche Abweichungen von seiner Sollage auf, die wegen unvollständiger Nivellements nicht mehr geklärt werden können. (Die Unterschiede betragen bis 5 cm.) Seit dem 11. 12. 1912 bis heute haben nur unwesentliche Veränderungen stattgefunden (Q 17–20).

Im Februar 1932 hat sich durch Verfeinerung eines Nivellements ein neuer Pegelnullwert ergeben (Q 21).

Zeit des Nivellements	P. N.	F. P. Stufe Wartesaal		F. P. Bolzen Seegrenze		
			S. H. (Sollhöhe)		S. H. (Sollhöhe)	
27. 8. 1906					2,096	
28. 7. 1907	469,861	484,432	14,571	472,132	2,271	(Q 18)
10. 12. 1912					2,049	
11. 12. 1912	469,878	484,432	14,554	471,974	2,096	(Q 21)
2. 1932	469,865	484,419	(14,554) ¹	471,961	2,096	(Q 17)
13. 8. 1951	469,865					

Die Pegellage kann somit seit 1912 als unverändert betrachtet werden. Allerdings ist öfters eine Schrägstellung der Pegelsäule eingetreten. Doch soll dies vom Beobachter jeweils berücksichtigt worden sein (Q 18).

4. *Waginger-Tachinger See*

Pegel Tettenhausen

Errichtet: Lattenpegel: 1901 III. Ordnung
 Standort: An der Seebrücke; 26 km bis zur Salzach
 Einzugsgebiet: 124 km² ² (Q 29)
 P.N. über N.N.: 441,278 m (1950)

Die Beobachtungen beginnen am 1. 1. 1901 und zeigen folgende Lücke:
 1945: Mai-Juni

¹ Eingeklammerte Zahlen sind vom Verfasser errechnet.

² Nach Halbfuß (71, 70) 125,54 km².

Selten haben sich bei einem Pegel solche mannigfachen Veränderungen ergeben wie gerade an dieser Meßstelle. Da die gesamte unmittelbare Umgebung des Pegelstandortes (vgl. Tafel 2 Fig. 2) in einer Senkung begriffen ist, war es bis heute nicht möglich, den Pegel festzulegen. Erschwerend kommt noch hinzu, daß P.N. in früherer Zeit ungenau eingemessen worden ist und der Pegel nie eine relative Ruhelage zum See – z. B. durch Umsetzen der Lattenteile – erreicht hat. So ist es ohne Berücksichtigung einer dauernden Pegelsenkung nicht möglich, die Wasserstände auch nur zweier Jahre miteinander vergleichen zu können.

Im Sommer 1905 ist der Pegel erstmals an das Bayerische Präzisionsnivellement angeschlossen worden. Als Ausgangspunkt diente der Festpunktstein 2464a bei km 13 (Q 29). Diesem Nivellement ist aber der erste Zweifel entgegenzubringen, da die doppelt gemessene Sollhöhe einen Unterschied von 2,5 cm aufweist ($10,610 - 10,585 = 0,025$).

1923 wurde ein umfassendes und sehr genaues Nivellement im Gebiet des Waginger Sees ausgeführt, das von einem Festpunkt in Tettenhausen (Haus Nr. 16) ausging (Q 31). Dabei ergab sich eine Senkung des Pegelnullpunktes von über 20 cm. Vorausgesetzt, daß der Fehler des ersten Nivellements durch den Mittelwert aus den beiden Messungen von 1905 (10,597 m) eliminiert wird, ergibt sich durch die Betrachtung der Sollhöhenunterschiede der Nivellements von 1905 und 1923 eine Veränderung von $-0,224$ m. Gleichzeitig mit dieser Feststellung ist 1923 aber auch die Kote des einstigen Ausgangspunktes des Nivellements (1905) um 0,021 m tiefer vorgefunden worden. Ob nun dieser Unterschied im Nivellement zu suchen ist oder ob sich der Festpunkt bei km 13 gesenkt hat, läßt sich nicht einwandfrei klären. Ist letzteres der Fall, dann beträgt die Lageveränderung des Pegels $-0,245$ m. Wahrscheinlich ist eine geringe Senkung des F.P. bei km 13 anzunehmen, da sich eine solche auch für die folgenden Jahre nachweisen läßt. Daher soll eine P.N.-Verlagerung des Pegels Tettenhausen von 1905 bis 1923 von mindestens -23 cm in den folgenden Untersuchungen berücksichtigt werden.

Ein Nivellement von 1939 ergab ein weiteres Absinken des Pegels um 9,4 cm (Q 29).

1948 konstatierte man eine Pegelveränderung von $-11,4$ cm (Q 32). Dabei ist die Änderung der Höhenkote des Ausgangspunktes (Haus 16 in Tettenhausen) in Rechnung gestellt.

Weitere Nivellements von 1950 und 1953 stellten ebenfalls Senkungen des Pegels fest (Q 29) (vgl. dazu Übersicht S. 25).

Bei allen diesen Bestimmungen der Pegelnullage gilt seit 1923 der F.P. in Tettenhausen, der auch stets den Ausgangspunkt bildete, als unverändert in seiner Höhenlage. Und tatsächlich ist eine größere Veränderung fast ausgeschlossen, wie sämtliche Nivellements aus jenem Gebiet zeigen; doch eine allmähliche Senkung der engeren oder weiteren Umgebung des Waginger Sees scheint vor sich zu gehen.

Um den Vorgang der Pegelsenkung in den einzelnen Zeiträumen festzustellen, hat das Straßen- und Flußbauamt Traunstein – in einer sehr ausführlichen Schrift (Q 29) – das Maß der Senkung gleichmäßig auf den Zeitraum der Nullpunktveränderung umgerechnet. Danach ergibt sich bei den Werten der vorliegenden Arbeit (geringe Differenzen zu den Untersuchungen des Straßen- und Flußbauamtes Traunstein sind vorhanden) eine jährliche Senkung des Pegels wie folgt:

Zeit	ges. Senkung	Jahre	jährl. Senkung
1905–1923	23,0 cm	18	1,28 cm
1923–1939	9,4	16	0,59
1939–1948	11,4	9	1,27
1948–1950	3,2	2	1,60
1950–1953	3,3	3	1,10

Es erhebt sich nun die Frage, ob es berechtigt ist, eine gleichmäßige Senkung des Pegels anzunehmen, wenn die jährlichen Senkungswerte, besonders für die Zeit von 1923 bis 1939 und von 1948 bis 1950 in der soeben aufgestellten Übersicht solche Unterschiede aufweisen.

Für die letztgenannte Zeitspanne führt das Straßen- und Flußbauamt Traunstein mit Recht folgende Erklärung an: „Die stärkere Senkung des Pegelnullpunktes und der beiden Rückmarken in der Zeit von 1948 bis 1950 kann darauf zurückgeführt werden, daß die Straßenrampen zur Brücke in der Zeit vom 30. 3. bis 7. 5. 1948 aufgeschüttet wurden und sich durch die hierdurch ergebende stärkere Belastung die Straße gegenüber früher stärker gesetzt hat“ (Q 29).

Anders steht es dagegen mit der Zeitspanne 1923/1939. Hier sieht es so aus, als ob die kontinuierliche Nullpunktsenkung aufgehalten worden sei. In Wahrheit dürfte aber ein menschlicher Eingriff an der Meßstelle die Differenz erklären.

Am 14. 12. 1938 wurde nämlich ein neuer Pegel errichtet, da der alte vollkommen verfault war (Q 29). Wenn auch vom Straßen- und Flußbauamt betont wird, der neue Pegel sei wahrscheinlich auf die gleiche Position gesetzt worden, die der alte im Dezember 1938 gehabt hat, so kann doch die Abweichung von dem über Jahre festgestellten sehr gleichmäßigen Absinken des Pegels um etwas über 1 cm pro Jahr nur hier zu suchen sein.

Die Pegelstände des Monats Dezember 1938 geben darüber Aufschluß. Sie sind in Tafel 4 Fig. 1 dargestellt.

Diese Darstellung zeigt vom 19. zum 20. Dezember einen um 6 cm fallenden Wasserstand an, während im ganzen Monat – bis auf eine durch kräftigen Regen hervorgerufene Ausnahme¹ – die Spiegelhöhe gleichmäßig war. Dieser Sprung in der Ganglinie ist unbedingt auf die Neusetzung des Pegels vom 14. 12. zurückzuführen. Wenn sich diese Differenz von 6 cm erst nach 6 Tagen einstellt, so ist dies zweifellos wie folgt begründet: Bis zum 19. 12. wurde noch der alte Pegel abgelesen, und am 20. 12. beginnt die Beobachtung an der neuen Meßstelle.

Der Sprung in der Ganglinie (Tafel 4 Fig. 1) weist eindeutig auf einen veränderten Nullpunkt des neugesetzten Pegels gegenüber dem alten hin. Der Unterschied beträgt – nach Tafel 4 Fig. 1 zu schließen – +6 cm, d. h. die abgelesenen Wasserstände liegen seit dem 20. 12. 1938 um 6 cm tiefer als vor dieser Zeit, wenn die kontinuierliche Senkung außer

¹ Wenn der Wasserspiegel vom 5. zum 6. Dezember auffällig angestiegen ist, so rührt dieses von dem als Regen gefallenen Niederschlag vom 4. und besonders vom 5. Dezember her (vgl. Tafel 4 Fig. 1). Der Niederschlag der letzten Dezembertage bringt keine Erhöhung des Wasserstandes mit sich, da er als Schnee an Ort und Stelle liegen bleibt.

acht bleibt. Wird diese (von 1923 bis 1939) noch mit 9,4 cm (Q 29) berücksichtigt, so beträgt die gesamte Senkung des Pegels Tettenhausen in den 16 Jahren nach 1923 $9,4 + 6 = 15,4$ cm. Diesen Wert durch die Anzahl der bezüglichen Jahre dividiert, ergibt eine jährliche Senkung des Pegels (von 1923 bis 1939) von 0,96 cm. Obgleich dieser Betrag den Senkungswerten der benachbarten Jahre des eben besprochenen Zeitraumes (von 1923 bis 1939) nicht voll entspricht, so ist doch eine weitgehende Angleichung erreicht. Die Abweichung der Pegelsenkung 1923–1939 gegenüber den früheren und späteren Zeiträumen ist also sicherlich durch die Pegelneusetzung bedingt. Man wird sogar vermuten dürfen, daß die jährliche Senkung des Pegelnulls in Wahrheit 1,2–1,3 cm betragen hat und daß die Auswirkung der Pegelneusetzung noch größer war, allein ein unumstößlicher Beweis fehlt und dürfte auch schwerlich zu erbringen sein.

Die nachgewiesene Senkung des Pegels Tettenhausen beträgt somit seit 1905 (vgl. dazu Tafel 7):

1905–1923	23,0 cm	d. i. pro Jahr	1,28 cm
1923–1939	15,4		0,96
1939–1948	11,4		1,27
1948–1950	3,2		1,60
1950–1953	3,3		1,10
	<u>56,3 cm</u>		

Dagegen steht eine Hebung des Pegelnulls am 20. 12. 1938 um 6 cm.

Hiernach ist eine stete und gleichmäßige Senkung des Pegels über den gesamten Zeitraum seines Bestehens anzunehmen. Wir müssen also schließen, daß der Pegel sich auch schon von seiner Setzung am 1. 1. 1901 bis 1905 jährlich um etwa 1,2 cm gesenkt hat.

Eine zahlenmäßige Zusammenstellung über die Nullpunktveränderungen liefert die Übersicht S. 25, während Tafel 7 den Gang der Pegelsenkung graphisch wiedergibt. Gleichzeitig kann aus letztgenannter Darstellung das Maß der Korrektur für die abgelesenen Wasserstände, bezogen auf den 17. 2. 1950, für die einzelnen Monate abgelesen werden.

Ergänzung der fehlenden Monatsmittel des Pegels Tettenhausen

Mai-Juni 1945: Vom 19. 5. bis 17. 6. wurde die Pegelbeobachtung verhindert. Ein Vergleich der Wasserstände mit dem Flußpegel Unverzug, der nur wenig vom Seeausfluß entfernt liegt (vgl. Tafel 2 Fig. 2), gestattet jedoch eine relativ genaue Ergänzung der fehlenden Werte. Danach hat der Pegel Tettenhausen im Mai 1925 ein Monatsmittel von 87 und im Juni ein solches von 98.

Zusammenstellung der Nivellements am Pegel Tettenhausen

Zeit	P. N.	F.P. Stein 2464 bei km 13		F.P. Kugelbolz. Hs. 16 O-Seite, SO-Ecke		F.P. Straße, 200 m östl. d. Brücke		F.P. 64 m östlich der Straße		F.P. 38 m westlich der Straße	
			S. H.		S. H.		S. H.		S. H.		S. H.
Aug. 05	441,791	452,388	10,597								
April 23	441,546	452,367	10,821	462,395	20,849	451,231	9,685				
14. 12. 38	Pegelneusetzung										
26. 4. 39	441,452	452,373	10,921	462,395	20,943			443,757	2,305	443,232	1,780
Frühj. 48	441,310	452,333	11,023	462,367	21,057			443,648	2,338	443,122	1,812
17. 2. 50	441,278	452,329	11,051	462,367	21,089	451,199	9,921	443,623	2,345	443,095	1,817
13. 1. 53				462,367					2,380		1,847

Innerhalb der 50-jährigen Beobachtungszeit (1901–1950) am Pegel Tettenhausen/Waginger See findet sich 1945 eine Lücke von 30 Tagen. Da der Bezugspegel Unverzug nivellistisch nicht eingemessen worden ist, soll den ergänzten Werten keine Allgemeingültigkeit zugesprochen werden. Bei einer mehrjährigen Mittelbildung können die errechneten Monatsmittel jedoch als ausreichend verwendet werden. Die Tendenz des Wasserstandsganges von 1945 ist jedenfalls als gesichert zu betrachten.

5. Walchensee

Pegel Walchensee

Errichtet: Lattenpegel: Ende 1868 III. Ordnung

Standort: Am Forsthaus, später beim Gasthof Post (Dorf Walchensee)

Einzugsgebiet: 74 km²¹ (Q 40)

P.N. über N.N.: 801 m

Die Beobachtungen beginnen am 1. 1. 1869 und zeigen keine Lücken.

Mit der Errichtung eines Schreibpegels bei km 75 wurde der Lattenpegel in Walchensee aufgelassen.

Pegel bei km 75,0

Errichtet: Schreibpegel: 27. 7. 1925 (Q 39)

Standort: An der Staatsstraße zwischen Urfeld und Dorf Walchensee, Straßen-km 75 + 23,5 m

Einzugsgebiet: 560 km²¹

P.N. über N.N.: 801,486 m (Q 39)

Die Beobachtungen beginnen am 27. 7. 1925 und zeigen keine Lücken.

¹ Seit August 1923 wird Wasser anderer Einzugsgebiete dem See zusätzlich zugeführt (Q 41). Durch die Einleitung des Reißbaches 1949 beträgt das Einzugsgebiet 770 km² (Fels, 50, 3).

Der weitaus größte Teil der Originalunterlagen der Walchenseepegel ist durch Kriegseinwirkungen verlorengegangen. Lediglich einige Abschriften bei der Bayernwerk AG. gestatten, einiges auszusagen. Daraus geht hervor, daß 1901 eine Pegellatte auf folgende Weise ersetzt wurde: . . . „die untere bis 50 cm reichende neue Eisenlatte mit ihrem Ende von +50 deckte nicht die Marke +50 cm Lattenpegel, sondern endigte rund 20 cm tiefer, wodurch der Pegel die Skala 0–50, 30, 50, 100 zeigte“ (Q 40). Danach würden die Wasserstände vor 1901 um 20 cm zu tief liegen, wenn bei der täglichen Beobachtung nach 1901 die eiserne Pegellatte als Bestimmungsmaß diene. Dieses wie auch das Datum der P.N.-Veränderung lassen sich jedoch nicht mehr genau nachweisen. Nach den täglichen Beobachtungswerten ist der obengenannte Termin anzuzweifeln, da nichts auf eine Verlegung des Pegelnullpunktes hindeutet. In der Tat stützt sich die Angabe des betreffenden Zeitpunktes auf nachträgliche Erinnerung eines Straßenwärters.

Am 16. 5. 1907 wurde ein neuer Pegel beim Gasthof Post in Walchensee (vgl. Tafel 2 Fig. 1) errichtet und der alte aufgelassen (Q 40). Angeblich wurde die Nullpunkthöhe des 1901 errichteten Eisenpegels übernommen. Unterschiede in den Nivellements werden auf Meßfehler zurückgeführt (Q 40).

Seit dem Herbst 1919 beginnt mit der Errichtung eines Nadelwehres am Auslauf, der Jachenau, die erste Beeinflussung des Sees;¹ im August 1923 erfolgte die Inbetriebnahme des Isarüberleitungskanals (Q 41) (Erweiterung des natürlichen Einzugsgebietes!), und im Januar 1924 läuft die erste Maschine des Walchenseekraftwerkes (10). Damit beginnt der eigentliche Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt des Walchensees.

Den neuen Verhältnissen entsprechend, wurde am 27. 7. 1925 bei km 75 zwischen Urfeld und Dorf Walchensee (vgl. Tafel 2 Fig. 1) ein neuer Pegel aufgestellt (Q 38), dessen Pegelnullpunkt 4 cm höher liegt als jener des einstigen Lattenpegels in Walchensee. Worin dieser Unterschied zu suchen ist, kann nicht gesagt werden, da – wie schon erwähnt – die Unterlagen z. T. verlorengegangen sind.

Wie aufgezeigt, können die P.N.-Werte nicht mehr geklärt werden. Eine größere Veränderung der Höhenlage mit Ausnahme der Zeit um 1901 ist jedoch nicht wahrscheinlich.

Eine Korrektur der beobachteten Stände muß unterbleiben; sich daraus ergebende etwaige Ungenauigkeiten müssen in Kauf genommen werden.

Vor 1871 wurden die Wasserstände noch nach den alten bayerischen Maßen (Schuh, Zoll, Linien) gemessen. Die Umrechnung in das Metersystem erfolgte nach den Tabellen zur Umwandlung der bayerischen Längen- und Flächenmaße (Landesvermessungsamt, 8).

6. Tegernsee

Pegel Tegernsee

Errichtet:	Lattenpegel: September 1863	III. Ordnung
Standort:	63 km bis zum Inn	
Einzugsgebiet:	211 km ²	
P.N. über N.N.:	724,937 m	(Q 36)
Die Beobachtungen beginnen am 1. 10. 1863 und zeigen keine Lücken.		

¹ Nach frdl. Angabe des Herrn Baudirektors Herzer, Bayernwerk AG.

Der Pegel ist am 21. 7. 1891 aufgelassen worden, da sich wegen baulicher Veränderungen des Uferstreifens kein geeigneter Platz mehr fand.

Weitere Aussagen über den Pegelnullpunkt sind wegen mangelnder Unterlagen nicht möglich.

Pegel St. Quirin

Errichtet:	Lattenpegel: 21. 7. 1891	III. Ordnung
	Schreibpegel: 6. 12. 1912	
Standort:	Beim Straßenwärterhaus in St. Quirin; 61 km bis zum Inn	
Einzugsgebiet:	211 km ²	
P.N. über N.N.:	724,937 m	(Q 36)

Die Beobachtungen beginnen am 21. 7. 1891 und zeigen keine Lücken.
1932 ist der Schreibpegel aufgelassen worden.

Der Pegel St. Quirin (vgl. Tafel 2 Fig. 4) ist in der Nachfolge des Pegels Tegernsee – angeblich mit dem gleichen P.N. – errichtet worden. Eine Veränderung der Höhenlage des Pegels hat nicht stattgefunden (Q 35).

7. Schliersee

Pegel Fischhausen

Über den Pegel Fischhausen (vgl. Tafel 3 Fig. 3) sind keine eigenen Unterlagen greifbar. Lediglich einige Bemerkungen in den Akten des Pegels Schliersee und in den Jahrbüchern der Bayerischen Landesstelle für Gewässerkunde (resp. Hydrotechnisches Bureau) (85) lassen über wichtige Daten des Pegels Schlüsse zu.

Errichtet:	Lattenpegel: April 1911	III. Ordnung
Standort:	Südufer des Schliersees in Nähe der Badehütte und des Landesteges	(Q 5)
Einzugsgebiet:	27 km ²	
P.N. über N.N.:	etwa 776,01 m	(Q 4)

Die Beobachtungen beginnen am 1. 5. 1911 und zeigen folgende Lücken:

1913: Januar mit Mai
1914: Januar, Februar, Dezember
1915: Januar mit Juni

Ende Juni 1915 ist der Pegel aufgelassen worden. (Q 5)

Um die Beobachtungen dieses Pegels für den Schliersee nutzbar zu machen, muß P.N. bestimmt¹ und dann mit dem später errichteten Pegel Schliersee in Beziehung gebracht

¹ Es sind keine Angaben zu finden, daß der Pegel Fischhausen jemals eingemessen wurde.

werden. Dieses wie auch das Ergänzen der fehlenden Monatsmittel soll mit Hilfe des Pegels Westenhofen geschehen, der sich durch seine geringe Entfernung vom Schliersee (vgl. Tafel 3 Fig. 3) relativ gut hierfür eignet, obwohl er ein Flußpegel ist und somit größeren Schwankungen unterliegt als ein Seepegel.

Pegel Westenhofen/Schlierach

Errichtet: Lattenpegel: vor 16. 1. 1900 III. Ordnung
 Standort: An der Straßenbrücke Westenhofen; 13 km bis zur Mangfall
 Einzugsgebiet: 28 km²
 P.N. über N.N.: 776,070 m (Q 7)

Die Beobachtungen beginnen am 16. 1. 1900 und zeigen folgende Lücken:

1926: April
 1944: Juli, November, Dezember
 1945: Januar

Im Gewässerkundlichen Jahrbuch 1950 (Q 9) ist für P.N. des Pegels Westenhofen 776,103 angegeben. Im Pegelstammbuch desselben Pegels (Q 7) gilt der Wert 776,070, der als richtig angenommen werden muß:

Der Pegel Westenhofen ist 1900 gesetzt, jedoch erst am 26. 6. 1906 nivellitisch an den Hauptfestpunkt im östlichen Widerlager der Straßenbrücke und 1908 an den Festpunkt beim Haus Nr. 62 (alte Nr. 79) angeschlossen worden. Im November 1912 wurde ein Pegelnul von 776,103 gemessen (Q 8), das durch ein ausführliches Nivellement des Bayer. Landesvermessungsamtes vom Jahre 1932, welches 776,070 ergab, als überholt gelten muß.

Die Differenz von 33 mm ist durch Verfeinerung des Nivellements entstanden, denn die Sollhöhenunterschiede der Festpunkte zum Pegelnulpunkt sind fast gleichgeblieben (die Differenz beträgt nur 4–5 mm). Soweit sie nicht gleichgeblieben sind, ist die etwaige Veränderung des Unterschiedes einwandfrei als Veränderung der Sollage des Festpunktes nachzuweisen. Solches ist z. B. beim HFP durch Absenkung der Straßenbrücke um 11 mm (Q 8) eingetreten.

P.N. kann somit als unverändert angenommen werden. Kontrollen vom 16. 5. 1947 und 29. 8. 1951 zeigen dieselben Ergebnisse wie 1932.

Zusammenstellung über P.N. des Pegels Westenhofen

Zeit des Nivellements	P. N.	F. P. Östl. Widerlager unten		F. P. Haus Nr. 79 (62) südl. Ecke, Ostseite	
			S. H.		S. H.
26. 6. 1906		777,507	1,404		
17. 11. 1912	776,103	777,507	1,404	778,743	2,640
Juni 1915	776,103	777,496	1,393		
1932	776,070	777,467	1,397	778,715	2,645
16. 5. 1947	776,070	777,467	1,397	778,715	2,645
29. 8. 1951	776,070	777,467	1,397	778,715	2,645

Ergänzung der fehlenden Monatsmittel des Pegels Fischhausen

Die Beobachtungslücken am Pegel Fischhausen können mit Hilfe von Bezugslinien und durch Vergleich von reellen Wasserstandskurven anderer Pegel geschlossen werden.

Für die Aufstellung einer Bezugslinie wird für jeden Monat innerhalb eines längeren Zeitraumes zum Monats-MW des Bezugspegels B (Westenhofen) das entsprechende MW

des Ausgangspegels A (Fischhausen) in eine Tabelle eingetragen und dann das Mittel der Wasserstände des Pegels A für eine bestimmte Höhe des Pegels B errechnet (s. Tab. S. 29).

Man sieht, daß der eine Pegelwert mit der Zunahme des anderen ebenfalls wächst. Das Verhältnis der Abhängigkeit der Pegel zueinander wird von der jeweiligen Lage der Beobachtungsorte bestimmt.

Die Aufteilung des Jahres nach Monaten (in Tab. S. 29) zeigt, daß sämtliche Wasserstandshöhen in allen Monaten auftreten können.

Die errechneten Mittelwerte werden in ein Koordinatensystem eingetragen. Die dazugehörige Ausgleichsgerade dieser Werte ist dann die Bezugslinie (s. Tafel 4 Fig. 2). Nun kann für jeden Wert von Westenhofen der entsprechende von Fischhausen abgelesen werden.

Für diese Art der Ergänzung fehlender Pegelstände sind die Verhältnisse am Schliersee besonders günstig zu beurteilen. Der Bezugspegel, Westenhofen, liegt relativ nahe am Seeausfluß (s. Tafel 3 Fig. 3) und kann eine recht gute und vollständige Beobachtungsreihe zur Verfügung stellen. Deshalb dürfen auch die Ergebnisse dieser Auffüllung der Beobachtungslücken am Schliersee eine größere Gültigkeit für sich in Anspruch nehmen als z. B. die am Staffelsee.

Vergleich der Wasserstände des Pegels Westenhofen mit Fischhausen 1911–1914

Westenhofen B	Fischhausen A												Anzahl der Beob.	MW	Schwan- kungs- bereich
	Jan.	Febr.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.			
9–10									24		16 19		3	20	8
11–12										24			1	24	
13–14								25					1	25	
15–16															
17–18															
19–20		33										34	2	33	1
21–22															
23–24			41								43		2	42	2
25–26						42	47			45 47			4	45	5
27–28															
29–30	51			48									2	50	3
31–32					52	54			57		56		4	55	5
33–34					60		61	59			48		4	57	12
35–36				57								62	2	60	5
37–38					63	68 58		67 54					5	62	14
39–40															
41–42							60		57				2	59	3
43–44			70						77				2	74	7
45–46															
47–48										66			1	66	
49–50							82						1	82	

Januar 1913: Das durch die Bezugslinie bestimmte MW von 37 dürfte anzunehmen sein: Die ersten drei Tage des Monats Januar sind am Pegel Fischhausen abgelesen worden. Sie lassen bei einem ähnlichen Verlauf der Schwankung wie am Pegel Westenhofen eine Reduktion von den drei ersten Beobachtungswerten um etwa 5 cm als annehmbar erscheinen.

Februar–April 1913: Auf der Wasserstandsliste von Fischhausen vom Mai 1913 heißt es, daß schon seit dem ersten Frühjahr ein außerordentlich niedriger Wasserstand zu bemerken ist, was wohl auf eine Räumung des Schlierseeausflusses zurückzuführen sei. Diese Notiz läßt auf zu hoch errechnete Mittelwerte für März–April schließen. Beim Vergleich der Monatsmittelkurven von Fischhausen und Westenhofen ist für März ein MW von 31 und für April ein MW von 29 wahrscheinlich. Für Februar darf der errechnete Wert gelten.

Mai 1913: Der nach der Bezugslinie bestimmte Wert von 33 liegt zu hoch: Der Pegel Fischhausen ist vom 15. bis 31. Mai abgelesen worden und hat nie den Wert von 30 erreicht. Es ist nicht anzunehmen, daß der Pegel in der ersten Monathälfte an mehreren Tagen Werte von 30 überschreiten konnte, wenn Westenhofen als Vergleich herangezogen wird.

Januar 1914: Der Rechenwert von 50 liegt zu tief: Wie oben festgestellt, ist die Schlierach ausgeräumt worden. Dadurch ist ein tieferer Wasserstand beim Pegel Westenhofen bedingt. Der Steilanstieg der Kurve des Pegels Westenhofen vom 9. und 10. Januar (Tafel 4 Fig. 3) kann nur vom Eisstau herrühren, was eine Bemerkung auf der Wasserstandsliste des Pegels Fischhausen vom Januar 1914 auch bestätigt: „Vom 10. zum 11. Eisbildung auf der gesamten Seefläche.“

Februar 1914: Ähnlich wie im Januar 1914 dürfte im Februar das errechnete MW zu tief liegen.

Dezember 1914: Zieht man den Januar 1915, in dem immerhin einige Ablesungen am Pegel Fischhausen stattfanden (Tafel 4 Fig. 4), mit heran, so stellt sich der durch den Bezugspegel aufgestellte Wert als zu hoch heraus. Ein Vergleich mit Westenhofen läßt den mittleren Wasserstand von Dezember 1914 in etwa gleicher Höhe erscheinen wie November 1914.

Januar 1915: Nach der Bezugslinie beträgt das Monatsmittel 62. Ein Vergleich der Stände des Pegels Fischhausen vom 1. bis 16. mit dem Pegel Westenhofen (Tafel 4 Fig. 4) zeigt schon, daß dieser Wert zu hoch liegt. Der Abstieg der Kurve von Westenhofen nach dem 16. Januar läßt auch auf einen Abfall der Fischhausener Kurve schließen, so daß Fischhausen nie den Pegelstand von 60 erreicht haben dürfte. Das Steigen des Wasserstandes bei Westenhofen vom 14. bis 17. ist auf Eisstau zurückzuführen.

Februar 1915: Ebenso wie Januar hat auch Februar 1915 einen zu hohen Bezugswert.

März 1915: Errechneter Mittelwert für März = 57. Dieses Mittel dürfte, nach den wenigen Ablesungen zu schließen (vgl. Tafel 4 Fig. 5), etwas zu hoch sein. Beim Überblick der – wenn auch nur notdürftig belegten – Fischhausener Kurve ist ein Wert von 55 anzunehmen. Dies entspricht auch dem arithmetischen Mittel aus den beobachteten Ständen.

April–Juni 1915: Im April mag der Gipfelpunkt der ersten Jahreshälfte erreicht sein. Er liegt wenig über dem Märzmittel. Dann fällt die Kurve bis Juni.

Die folgende Übersicht stellt die durch die Bezugslinie gewonnenen Monatsmittel (BL) von Fischhausen neben die korrigierten endgültigen Monatsmittel (eM).

Jahr	Monat	BL	eM
1913	Januar	37	37
	Februar	34	34
	März	38	31
	April	42	29
	Mai	33	28
1914	Januar	50	60
	Februar	42	48
	Dezember	57	50
1915	Januar	62	46
	Februar	45	40
	März	57	55
	April	60	57
	Mai	51	51
	Juni	34	34

Die Abweichungen der Bezugswerte von den wahrscheinlichen Monatsmitteln – in erster Linie begründet in der geringen Zahl der Ablesungen am Pegel Fischhausen – sowie der „Schwankungsbereich“ in der Tabelle S. 29 zeigen, daß die auf S. 15 geforderte Fehlergrenze von ± 1 cm überschritten werden mußte. Wenn man aber in Betracht zieht, daß die Monatsmittel ins Jahresmittel mit nur $\frac{1}{12}$ des ursprünglichen Fehlers eingehen und sich dieser Fehler mit der Länge der Beobachtungsreihe weiter reduziert, dann ist die Genauigkeit, wie sie von dieser Arbeit verlangt wird, doch erreicht. Dennoch wird der Pegel Fischhausen nur für den Gang der Wasserstandsschwankungen des Schliersees herangezogen werden, bei Betrachtung absoluter Werte aber ausscheiden, weil die Anzahl der Monate ohne Beobachtung zu groß ist.

Pegel Schliersee

Errichtet: Lattenpegel: 25. 6. 1915 III. Ordnung
 Schreibpegel: 25. 6. 1915 (Q 5)

Standort: Am nördlichen Seeufer in Schliersee in Nähe des Mesnerhauses; 15 km bis zur Mangfall

Einzugsgebiet: 27 km²

P.N. über N.N.: 776,045 m (Q 4)

Die Beobachtungen beginnen am 1. 1. 1916 und zeigen folgende Lücken:

1927: Mai

1930: Juli, August

Am 24. 5. 1927 ist der Schreibpegel aufgelassen worden (Q 6).

Der Pegel Schliersee wurde in der Nachfolge des Pegels Fischhausen errichtet, da sich der neue Standort (vgl. Tafel 3 Fig. 3) für die Aufstellung eines Pegels besser eignet (Eisdruck!).

In den Gewässerkundlichen Jahrbüchern (85) wird bis 1950 P.N. für den Pegel Schliersee mit 776,103 m + N.N. angegeben (Q 9). Dieser Wert ist seit 1932 überholt:

P.N. ist am 25. 6. 1915 (Q 5) nivellistisch eingemessen und mit 776,103 m bestimmt worden. 1932 (Q 10) fand man einen Wert von 776,045, der auch seit 1950 als gültig geführt wird (Q 11). Die Differenz ist lediglich durch geänderte Ausgangswerte beim Nivellement entstanden, was folgende Aufstellung nachweist.

Zeit	P. N.	F.P. Bolzen i. d. Ufer- mauer		F.P. Bolzen am Haus Nr. 4		F.P. Bolzen am Stall- gebäude		F.P. Bolzen am Fisch- behälter	
			S. H.		S. H.		S. H.		S. H.
1915	776,103					780,189	4,086	778,120	2,017
1932	776,045					780,140	4,095	778,062	2,017
1951	776,045	777,082	1,037	778,165	2,12				

Die Sollhöhenunterschiede sind gleichgeblieben.

P.N. kann somit als unverändert angenommen werden.

Ergänzung der fehlenden Monatsmittel des Pegels Schliersee

Um die Wasserstandsschwankungen des Schliersees möglichst weit zurückverfolgen zu können, ist es notwendig, die Pegelbeobachtungen von Schliersee an die von Fischhausen anzuschließen. Daher sollen zunächst die Beobachtungslücken von Juli bis Dezember 1915 ergänzt werden. Dieses geschieht wieder – wie beim Pegel Fischhausen (vgl. S. 28 ff.) – durch eine Bezugslinie (vgl. Tab. S. 32 f und Tafel 4 Fig. 6) und durch graphische Angleichung. Als Vergleichsstation wurde ebenfalls Westenhofen gewählt.

Vergleich der Wasserstände des Pegels Westenhofen mit Schliersee Juli 1915–Dezember 1945

Westen- hofen	Schliersee												Anzahl d. Beob.	MW	Schwan- ken- bereich
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.			
15–16	24	25									22 22	20	5	23	5
17–18	30	27	26 27			28		25	26	24		27	9	27	6
19–20	39	30 32	29 30	32						32		29 28	9	31	11

Westen- hofen	Schliersee															
Stände in cm	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Anzahl d. Beob.	MW	Schwän- kungs- bereich	
21-22	29 31 32	31 35 32	29 32	36	37 32 34	35				33 35	33 31	33 28	19	33	9	
23-24	35	37 34	36 33 40			39				36 37	32	35 32 35	13	35	8	
25-26	35 37 40	39 33 42	43	39 37 43			35 39 47	47	40 36		41 35 33	38	20	39	14	
27-28	41 44 42 41	41 47 45 38 42 33 41	45 42 37 41	45 42 42	49 43	48 43	47 42	45	37 42 46 42 39	42 37 35 40	41 48 39	41 40 47 40	41	42	16	
29-30	44		45 44 46		50 47 47	44 62	60	43 47 40	51 43 42	43 43	39 47 43	46 42	23	46	23	
31-32	49 45 52 43		47 48	49 54	50 47 51	50 50 52	49 52 52 47	51 51	41	44 47	49 44 47	46 44 45 47	30	48	13	
33-34	41	53 53	54 54 55 52	56 50 58	51 48	53 51 58	51 53 53		48	49 51	48 47 52 46	44 47	27	51	17	
35-36	55 52 54 49	54 49 53 50	53 54	57 53	61	66 59 51	53 58 51 56	45 56	40 57 48		52	57 44 53 49	30	53	21	
37-38	54	55 57	60		63 58	59 53		57 55 64 58 56	55	47 55	44	61	18	56	20	
39-40	54 58		63	63	64 58 63 57	67 62 56	66	59 57 59 59	58	56 56 45 67	67	48	23	59	22	
41-42			60	62	57 64 64	65 62	68 72 54	69 58 69 55	68 65		57 55		18	62	18	
43-44	69 59		62	70 73 72 63	70 64 66 61	61	67 55 67			64 62	61	65	19	64	18	
45-46			69	78 68 75 66		68	68 67	62 67 67		63		64	13	67	13	
47-48		76			76	75 74	67	75	67	66 69			9	72	10	
49-50		65		75 75		77 72	79	70 76	69	70 71			11	73	12	
51-52					76				73 73 76 71				5	74	5	
53-54									78 81		71		3	77	10	
55-58			75	85		80			80	81			5	80	10	

Juli–Dezember 1915: Für diese Monate sollen die durch die Bezugslinie bestimmten Werte gelten, da keine Anhaltspunkte für eine Abweichung vorliegen.

In welchem Maße diese Werte den tatsächlichen Wasserständen entsprechen, zeigen Tafel 4 Fig. 7 und folgende Zusammenstellung. (Die Zeit ist im Anschluß an die aufzufüllende Lücke gewählt.)

	a ¹	b ²	a über b
1916 Januar	54	58	—4
	41	42	—1
	45	44	+1
	45	43	+2
	37	34	+3
	53	50	+3
	67	63	+4
	59	59	—
	78	79	—1
	56	58	—2
Oktober	48	51	—3
	38	40	—2
			+13 : —13
1917 Januar	55	54	+1
	25	26	—1
	26	27	—1
	39	38	+1
	64	59	+5
	28	29	—1
	35	38	—3
	43	44	—1
	40	40	—
	51	52	—1
Oktober	41	40	+1
	33	33	—
			+8 : —8

1916 verhält sich bei Gegenüberstellung von a über b $\equiv +13 : -13$, 1917 $\equiv +8 : -8$.

Mai 1927: An 10 Tagen sind im Mai die Pegelstände abgelesen worden. Nach der Bezugslinie ist MW = 54. Beim Vergleich der Tageswerte von Westenhofen und Schliersee erscheint dieses MW etwas zu niedrig. Dazu zeigt die folgende Tabelle, daß die durch die Bezugslinie bestimmten Werte für die Monate vor und nach Mai etwas zu tief liegen.

¹ Monatsmittel nach abgelesenen Ständen des Pegels Schliersee.

² Durch die Bezugslinie bestimmte Monatsmittelwerte des Pegels Schliersee.

		a ¹	b ²	a über b
1927	Januar	45	46	—1
		34	35	—1
		47	46	+1
	April	72	66	+6
		56 ³	54	+2
		50	48	+2
	Juli	52	48	+4
		56	54	+2
		67	70	—3
	Oktober	56	59	—3
		47	49	—2
		41	43	—2
				+17 : —12

Juli–August 1930: Ausgehend vom Vergleich der abgelesenen Stände des Pegels Schliersee mit den durch die Bezugslinie bestimmten Werten (s. folgende Tabelle) fällt auf, daß die Kurve mit errechneten Werten beiderseits der Lücke 5–8 cm tiefer liegt.

		a ¹	b ²	a über b
1930	Januar	42	42	—
		29	32	—3
		32	34	—2
	April	42	42	—
		76	70	+6
		52	47	+5
	Juli	42	36	+6
		65	58	+7
		57	49	+8
	Oktober	67	59	+8
		67	59	+8
		47	41	+6
				+54 : —5 ⁴

Werden nun die Bezugswerte für Juli und August um einen ähnlichen Betrag wie die beiden benachbarten abgelesenen Monats-MW erhöht, so ist der mittlere Wasserstand für

$$\begin{array}{lcl} \text{Juli} & 36 + 6 = 42 & \text{und für} \\ \text{August} & 58 + 7 = 65. & \end{array}$$

¹ Monatsmittel nach abgelesenen Ständen des Pegels Schliersee.

² Durch die Bezugslinie bestimmte Monatsmittelwerte des Pegels Schliersee.

³ Ergänzte Werte werden durch Fettdruck kenntlich gemacht.

⁴ Die große Abweichung der Bezugswerte von den tatsächlichen Ständen ist durch Veränderungen am Schlierseerausfluß zu erklären.

Zusammenstellung der ergänzten Monatsmittelwerte am Pegel Schliersee

1915	Juli	54 cm	1927	Mai	56 cm
	August	62 cm	1930	Juli	42 cm
	September	56 cm		August	65 cm
	Oktober	50 cm			
	November	38 cm			
	Dezember	58 cm			

Nach der Erläuterung der Daten wie nach der Ergänzung der Beobachtungslücken der beiden Schlierseepegel (Fischhausen und Schliersee) ist es nun möglich, den Nullpunkt des Pegels Fischhausen nachträglich festzustellen.

Das 54-monatige Mittel des Pegels Fischhausen von Januar 1911 bis Juni 1915 und das des Pegels Schliersee von Juli 1915 bis Dezember 1919 wird dem entsprechenden eines Bezugspegels (Westenhofen) gegenübergestellt (vgl. Tafel 4 Fig. 8).

Dabei ergibt sich eine Differenz von 3,1 cm zwischen dem Mittel von Fischhausen und dem von Schliersee. Hatte der Pegel Fischhausen das gleiche Pegelnull wie Schliersee, so dürfte sich kein Unterschied ergeben, da man das Abflußgefälle bei diesem See vollkommen außer acht lassen kann. Der Pegel Fischhausen liegt also 3,(1) cm tiefer (zeigt daher höhere Werte!) als der von Schliersee. Pegelnull des Pegels Fischhausen: $776,045 - 0,031 = 776,01(4)$ m über N.N.

Am Pegel Fischhausen/Schliersee sind Wasserstandsmessungen innerhalb von vier Jahren vorgenommen worden, jedoch nur $1\frac{1}{2}$ Jahre lückenlos. Auf weitere $2\frac{1}{2}$ Jahre verteilen sich 14 Fehlmonate. Die Ergänzung der fehlenden Beobachtungen erfolgte mittels eines Flußpegels (Westenhofen). Somit kommt diesen Werten nur eine geringe Allgemeingültigkeit zu. Die gesamte Beobachtungszeit am Pegel Fischhausen scheidet daher für die Betrachtung absoluter Pegelwerte aus. Für die Beurteilung des Richtungssinnes des Wasserstandsganges am Schliersee dagegen sind die errechneten Monatsmittel durchaus hinreichend.

Bei den folgenden Beobachtungen am Pegel Schliersee von 1916 bis 1950 sind zwei kurzwährende Ableselücken vorhanden, die jedoch mit ausreichender Genauigkeit (wieder mit Hilfe des Flußpegels Westenhofen) ergänzt werden konnten. Von 1916 bis 1926 (= 11 Jahre) und von 1931 bis 1950 (= 20 Jahre) wurde der Seepegel ohne Unterbrechung beobachtet.

8. Ammersee

Pegel Stegen/Werft

Errichtet:	Lattenpegel: 1. 6. 1906	I. Ordnung
	Schreibpegel: 22. 6. 1911	(Q 43)
Standort:	Am Nordufer des Ammersees in Stegen; 100 km bis zur Isar	
Einzugsgebiet:	988,51 km ²	
P.N. über N.N.:	530,553 m	(Q 42)

Die Beobachtungen beginnen am 1. 6. 1906 und zeigen folgende Lücken:

1923: Dezember

1945: Mai

„Am 1. Juni 1906 wurde am südöstlichen Flügel der Betonmauer des Wirtschaftsgartens zu Stegen ein Pegel für den Ammersee mit einer Nullpunkthöhe von 532,014 errichtet“ (Q 43). Seit dem 22. 6. 1911 erfolgen die Wasserstandsbeobachtungen mittels eines Schreibpegels in der Nähe der Werft (vgl. Tafel 1 Fig. 1). Dabei wurde dieser Pegel angeblich auf die gleiche Höhe gesetzt wie die des einstigen Lattenpegels am Wirtschaftsgarten (Q 43).

Nach einem Nivellement von 1924 ergibt sich jedoch zum ersten Pegel eine Differenz von 532,480 (1924) — 532,014 (1906) = 0,466 m.

Nun ist der alte Lattenpegel bis zum 25. 11. 1916 abgelesen worden, und diese Beobachtungen gestatten einen Ständevergleich mit dem neu errichteten Schreibpegel. Bildet man die Differenzen der Monatsmittel der beiden Ammerseepegel — sie halten sich meist zwischen +2 und —2 cm —, so erkennt man, daß ein Unterschied in der Nullpunkthöhe der beiden Ammerseepegel tatsächlich nicht besteht. Die Differenz in den beiden P.N.-Bestimmungen ist also durch das Nivellement von 1906 bedingt.

Ebenso ist eine Veränderung der Pegelnullage von 1911 bis 1924 fast ausgeschlossen, so daß die Höhenlage des Pegels von 1906 bis 1924 als unverändert anzunehmen ist.

1930 wird dasselbe P.N. bestätigt (Q 43); seit 1932 jedoch erscheint eine neue Pegelhöhe von 552,533 m über N.N. (Q 46). Auch hier liegt der Unterschied im Nivellement, wie besonders der F.P. „c“ in nachfolgender Übersicht zeigt:

	P.N.	F.P. „c“	S.H.	
12. 12. 1930	532,48	534,07	1,59	(Q 43)
2. 9. 1937	532,553	534,142	1,589	(Q 47)

Seit 1937 sind Abweichungen von nur wenigen mm gemessen worden (Q 43). Damit kann der Pegel am Ammersee von Anfang an als unverändert gelten.

Zwei Lücken (1923 und 1945) von je einem Monat finden sich in der 44½-jährigen Beobachtungszeit (Juni 1906–Dezember 1950) der Seepegel des Ammersees. Da kein Bezugspegel in unmittelbarer Nähe des Sees existiert, erfolgte die Ergänzung auf Grund eines Ständevergleiches mit den weiterabliegenden Flußpegeln Fürstenfeldbruck, Fischen und Weilheim. Somit haftet den ergänzten Werten ein gewisser Mangel an. Bei der Kürze der Beobachtungslücken ist aber ein Fehler durch die errechneten Werte bei der Betrachtung langjähriger Reihen so gut wie ausgeschlossen.

9. Kochelsee

Der Kochelsee wird durch die Errichtung des Walchenseekraftwerkes seit 1922 in seinem natürlichen Wasserhaushalt beeinträchtigt.

Pegel Grauer Bär

Errichtet:	Lattenpegel: Juli 1867	III. Ordnung
	Schreibpegel: Juli 1907	(Q 12)

Standort:	Nahe der Gaststätte „Grauer Bär“ in Kochel; 47 km bis zur Isar	(Q 9)
Einzugsgebiet:	684 km ² ¹	(Q 12)
P. N. über N. N.:	598,352 m (1930)	(Q 14)
Die Beobachtungen beginnen am 1. 1. 1869 und zeigen folgende Lücken:		
	1929: Februar, März	
	1945: Januar, Mai	

Die ersten Ablesungen bis einschließlich März 1872 sind noch in Bayer. Schuh, Zoll und Linien gehalten. Die Umrechnung in das Metersystem erfolgte nach den Tabellen zur Umwandlung der bayerischen Längen- und Flächenmaße (8).

Nach der Urkunde wurde der Pegel Ende 1868 gesetzt (Q 12). Auf der Pegelstandsliste des I. Quartals 1869 heißt es dagegen, daß der Pegel im Juli 1867 gesetzt und anfangs provisorisch beobachtet wurde. Die regelmäßigen Ablesungen beginnen erst mit dem 1. 1. 1869.

Der Pegel stand bis zum 13. 10. 1904 unmittelbar bei der Gaststätte „Grauer Bär“ (vgl. Tafel 3 Fig. 4) und wurde 1869 mit 599,487 m über N.N. nivellitisch eingemessen (Q 12). 1893 ergab sich durch Verfeinerung des Nivellements ein P.N. von 599,754 m (Q 12). Da die Sollhöhenunterschiede gleichgeblieben sind, hat eine Änderung der Höhenlage des Pegels nicht stattgefunden.

1904 wurde der Pegel wegen Absenkung des Seespiegels von 1903 mit gleichem P.N. in die Nähe der Villa des Kunstmalers Wagner verlegt. Da die Entfernung vom alten Standort zu dieser Stelle nur gering ist, wurde der Name Pegel „Grauer Bär“ beibehalten (Q 12).

Dieser Standort, an einem freistehenden Pfahl einige Meter vom Ufer entfernt, eignete sich für eine sorgfältige Beobachtung besonders wegen des Eisdruckes nicht, und so wurde der Pegel am 9. 3. 1906 wieder mit gleichem Pegelnull an die etwa 5 m entfernte Schiffshütte jenes obengenannten Kunstmalers verlegt (Q 12).

Doch durch die Absenkung des Kochelsees (1903) zeigten sich sehr beträchtliche negative Wasserstandswerte. Um dieses künftig zu vermeiden, wurde der Pegel am 1. 8. 1907 um 1,30 m tiefer gesetzt (P.N. = 598,454) (Q 13).

Bei einem Nivellement durch die Staatliche Bauleitung für das Walchenseekraftwerk in Kochel im Mai 1924 ergaben sich erhebliche Differenzen in der Sollhöhe des Pegels Grauer Bär (Q 15).

Nach einem Kontrollnivellement vom Juni desselben Jahres (ausgeführt und berichtet von der Staatl. Bauleitung für das Walchenseekraftwerk in Kochel vom 12. 6. 1924) – ausgegangen von einem Punkt des bayerischen Landesnivellements – wurde einwandfrei festgestellt, daß sich der Pegelnullpunkt um 0,107 m, der Festpunkt an der Lainbach-² Brücke um 0,018 m (die Brücke wird schwer befahren) und die Pegelrückmarke um fast

¹ Bis zur Inbetriebnahme des Überlaufkanals vom Walchensee (Januar 1924) betrug das natürliche Einzugsgebiet 684 km². Mit der Errichtung des Kraftwerkes wird dem Kochensee außerdem Wasser aus dem benachbarten Walchensee zugeführt.

² Dieser Bach taucht unter verschiedenen Namen auf: Lainbach, Laingraben oder Schellenbach.

6 cm gesenkt haben. Auch war ein Überhängen der Schiffshütte, an der der Pegel befestigt war, nach der Seeseite hin festzustellen (Q 15).

Über den Zeitpunkt und den Verlauf der Pegelsenkung ist nichts bekannt, dies läßt sich jedoch durch den Bezugspegel Rohrseebrücke (s. Tafel 3 Fig. 4) annähernd klären.

Pegel Rohrseebrücke

Errichtet: Lattenpegel: 1895
 Standort: An der Rohrseebrücke in Kochel (Q 16)
 Einzugsgebiet: 684 km²
 P.N. über N.N.: 598,423 (1923) (Q 15)
 Die Beobachtungen beginnen am 1. 5. 1908 und zeigen folgende Lücken:
 1924: Januar
 1927: September mit November
 Ende 1927 ist der Pegel aufgelassen worden. (Q 16)

Der Rohrseepegel hat wohl auch Änderungen erfahren, doch diese sind im Gegensatz zum Pegel „Grauer Bär“ durchaus erfaßt: Pegelsenkung von 1907 bis 1911 um 3 cm, Nullpunktveränderung am 3. 3. 1909 um —1,30 m. In der Zeit von 1911 bis 1923 hat sich der Rohrseepegel nicht verändert.

	P.N.	
30. 3. 1907	599,756	
3. 3. 1909	Pegel um 1,30 m tiefer gesetzt	(Q 16)
Frühj. 1911	598,425	
20. 2. 1923	598,423	(Q 15)

Werden die Monatsmittelstände der beiden Kochelseepegel (durch graphische Darstellung) in Beziehung gebracht, so ist eine kontinuierliche Senkung des Pegels „Grauer Bär“ von August 1907 bis zum Ende des Jahres 1916 festzustellen.¹ Nach 1916 ist keine Veränderung des Seepegels eingetreten. Seit 1922 wirken sich der Bau und später die Inbetriebnahme des Walchenseekraftwerkes störend im Gang der Wasserstandsschwankungen aus. Demnach ist die Senkung des Pegels Grauer Bär gleichmäßig auf die Zeit von August 1907 bis Dezember 1916 anzurechnen.

1930 wurde P.N. erneut gemessen. Es ergaben sich nur unwesentliche Differenzen gegenüber 1924.

Zeit des Nivellements	P.N.	F.P. Höhenmarke	F.P. Straßenbrücke	
1869	599,487	604,930	604,554	
1893	599,754	605,198	604,821	
1906	599,754	605,198	604,821	(Q 12)
1. 8. 1907	598,454	605,198	604,821	
1924	598,347	606,913 ²	604,803	(Q 15)
1930	598,352	606,922		(Q 14)

¹ Selbstverständlich sind dabei die Veränderungen am Rohrseepegel von 1907 bis 1911 berücksichtigt.

² Neuer Festpunkt.

Wie sich der Pegel „Grauer Bär“ seit 1930 verhalten hat, kann wieder durch einen Bezugspegel – Pegel Altjoch¹ (vgl. Tafel 3 Fig. 4) – geklärt werden.

Pegel Altjoch

Errichtet: Lattenpegel: Mai 1925
Schreibpegel:
Standort: Am Südufer des Kochelsees beim „Sägbichl“
P.N. über N.N.: 598,455 m (1948) (Q 15)
Die Beobachtungen beginnen am 20. 7. 1925 und zeigen keine Lücken.

Der Nullpunkt des Altjoch-Pegels hat sich – mit Ausnahme der Zeit nach dem Kriege, wo der Pegel bei Umbauarbeiten zu tief gesetzt wurde – bis zum 12. November 1947 in seiner Höhenlage nicht verändert (Q 15).

Beim Pegel „Grauer Bär“ scheint nach einem Vergleich der abgelesenen Wasserstände am Pegel Altjoch keine Veränderung vorzuliegen.

Daher soll Pegelnull des „Grauen Bären“ von 1930 bis 1950 als unverändert betrachtet werden.

Um nun sämtliche Stände auf den Pegelnullpunkt von 1930 zu beziehen, sind folgende Korrekturen notwendig:

Januar 1869 – Juli	1907	+141 cm
August 1907 – Dezember	1907	+ 10 cm
Januar 1908 – Dezember	1916	+ 9 cm bis +1 cm

Am Kochelsee besteht eine Beobachtungszeit der Wasserstandsschwankungen von 82 Jahren (1869–1950), die nur durch drei kleine Lücken (Februar/März 1929, Januar und Mai 1945) gestört werden. Diese Lücken lassen sich durch Bezugswerte anderer Pegel des Kochelsees ergänzen. Die notwendige Genauigkeit der ergänzten Werte ist durch die Beziehung zu den anderen Seepegeln gesichert.

10. Chiemsee

Pegel Herrenwörth

Errichtet: Lattenpegel: 1. 8. 1883 III. Ordnung
Schreibpegel: 27. 9. 1932
Standort: 60 km bis zum Inn
Einzugsgebiet: 1388 km² (Q 66)
P.N. über N.N.: 518,383 m (?) (Q 65)
Die Beobachtungen beginnen am 24. 6. 1883 und zeigen folgende Lücken:
1945: Mai–August
1949: Mai

Mannigfache Änderungen ergeben sich bei den Daten dieses Pegels: Seit der Errichtung bis zum 7. 4. 1893 hat der Pegel am Anlegeplatz für Boote gestanden und ist dann zum

¹ Eigentum der Bayernwerk AG.

Landesteg für Dampfschiffe unter „genauer Beibehaltung der früheren Nullhöhe“ versetzt worden (Q 66). Da die beiden Pegelstandorte nur wenig voneinander entfernt sind (siehe Tafel 1 Fig. 3), entfällt eine diesbezügliche Berücksichtigung.

Der Nullpunkt des Herrenwörther Pegels wurde mit dem Alzpegel (siehe Tafel 1 Fig. 3) am 2. 8. 1883 folgendermaßen auf die gleiche Höhe von 518,291 m (?) über N.N. gesetzt: Ein Nivellement wurde entlang des Seeufers von dem Alzpegel in Seebruck bis in die Höhe des Pegels auf Herrenwörth ausgeführt. Die Höhe des Wasserspiegels an diesem Ort galt gleich der beim Pegel Herrenwörth (Q 66). Diese Art der Pegel-einmessung ist aber nicht zulässig, da man die Oberfläche eines Sees nie als völlig horizontal annehmen darf. Jede Stelle eines Sees ist mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen, die sich in Stärke, Ausdehnung und zeitlicher Differenzierung unterscheiden können. Ob sich der Wind in den Wellen oder durch Stau bemerkbar macht, ob wir Gezeiten (Endrös, 42), Seiches (Endrös, 35) oder die Kohäsion an den Ufern berücksichtigen müssen, niemals wird ein See – zumal von dieser Größe – eine derart exakte Fläche bilden (Endrös, 35, 113), daß es gestattet wäre, auf diese Weise P.N. (auf drei Dezimalstellen) zu bestimmen.

Daher sollen diese indirekt festgelegten P.N.-Werte nur insofern in Betracht gezogen werden, als es für die Feststellung der Sollhöhenunterschiede, die allein eine Veränderung der Pegelnullage konstatieren können, wesentlich ist.

Eine ähnliche Bestimmung von Pegelnull wurde am 31. 1. 1901 vom Pegel Stock (s. Tafel 1 Fig. 3) aus durchgeführt, nur mit dem Unterschied, daß überhaupt kein Land-nivellement stattfand, sondern die Pegelhöhe auf Herrenwörth direkt durch Wasserstands-vergleich abgeleitet wurde (Q 66). Diese Art der Einmessung dürfte noch unzulässiger sein, weil die Entfernung des Vergleichspunktes zu dem zu fixierenden Pegel noch größer ist als bei jenem Nivellement vom 2. 8. 1883 und die beiden Pegel voreinander in Abflußrichtung liegen, ohne daß das Abflußgefälle beachtet worden wäre.

1905 versuchte man, Pegelnull von Herrenwörth durch Vergleich von Stock und See-bruck zu bestimmen, und errechnete ein P.N. von 518,38 m über N.N. (Q 66). Dieser Wert ist bis heute für den Pegel Herrenwörth gültig und dürfte auch dem tatsächlichen Pegelnull am nächsten kommen.

Eine genaue Einmessung des Pegels Herrenwörth wird sich natürlich nie durch indirekte Methoden, sondern nur durch direkte Nivellements (vielleicht über die Eisdecke des Chiemsees) erreichen lassen.

Am 4. 5. 1925 zeitigte ein Nivellement vom Festpunkt „unterste Betonstufe des Wasch-hauses“ zum Pegel Herrenwörth einen Unterschied von 14 mm, was aber nach Vergleich mit den beiden anderen Festpunkten (s. Übersicht S. 45) auf eine Senkung des oben erwähnten Festpunktes zurückzuführen ist.

Somit hat sich bis zum 4. 5. 1925 P.N. (Herrenwörth) nicht geändert.

Vor dem 13. 5. 1936 wurde die Schreibpegelanlage Herrenwörth neu errichtet (Q 67). Nach einem Schreiben an die Landesstelle für Gewässerkunde München vom 13. 5. 1936 wird die Höhe des Pegelnullpunktes mit 518,383 m angegeben (Q 67). Danach hätte sich der Pegel in der alten Höhe befunden. Dies dürfte aber unrichtig sein.

Am 27. 7. 1942 (Q 67) wie nach einem Kontrollnivellement vom 8. 10. 1943 (Q 66) wurde jedenfalls eine Differenz von 43–44 mm von der Sollhöhe gemessen. Man nimmt hiernach eine Senkung des Nullpunktes seit Wiedererrichtung der Schreibpegelanlage, die infolge

Umbaus der Lände vorübergehend abgenommen werden mußte, vor dem 13. 5. 1936 an. Die Pegelstände sollen daher auf Vorschlag der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde (Schreiben vom 27. 8. 1946, Nr. 1272a) und im Einverständnis mit dem Str.- u. Fl.-Bauamt Traunstein (Schreiben vom 16. 9. 1946, Nr. III a 1128) wie folgt berichtigt werden (Q 66):

Februar	1937 – Juni	1938	—1 cm
Juli	1938 – November	1939	—2 cm
Dezember	1939 – April	1941	—3 cm
Mai	1941 – 25. November	1943	—4 cm

Am 25. 11. 1943 wurde der Pegel um 43 mm gehoben (Q 66). Seit dieser Zeit hat sich der Pegel nur wenig verändert.

Die Hebung des Pegels Herrenwörth vom 25. 11. um 43 mm kommt im Vergleich der Tagesstände aller Chiemseepegel¹ sehr deutlich zum Ausdruck (s. Tafel 5 Fig. 1).

Während die Stände bei Herrenwörth vor der Hebung des Pegels in Tafel 5 Fig. 1 durchweg höher liegen als die der anderen Chiemseepegel, werden die Werte nach der Hebung um jenen Betrag von rd. 4 cm reduziert.

Hätte nun die Senkung des Pegels seit der Neusetzung vor dem 13. 5. 1936 begonnen, so müßten die Wasserstandskurven der Chiemseepegel vor diesem Datum zumindest in einem ähnlichen Verhältnis zueinander stehen wie nach der Hebung des Pegels Herrenwörth am 25. 11. 1943, d. h. die Ständekurven des Pegels Herrenwörth müssen vor dem 13. 5. 1936 tiefer liegen als die der anderen Chiemseepegel und eine allmähliche Senkung (d. h. höhere Werte) des Pegels bis 1943 aufweisen. Dieses ist nicht der Fall, wie Tafel 5 Fig. 2 zeigt.

Es erhebt sich daher die Frage, ob Pegelnul im Mai 1936 tatsächlich eingemessen wurde. Hören wir den Bescheid an die Landesstelle für Gewässerkunde (Q 67) über dieses Ereignis: „Der Nullpunkt des Pegels (Herrenwörth) wurde auf Höhe 518,383 m (also wie vorher, d. Verf.) gesetzt. Der neue Fixpunkt – Betonfixpunkt mit Eisenbolzen – an der Ufermauer neben dem Steg hat die Höhe 519,814 m.² Als Rückversicherung wurde die unterste Stufe der Aufgangsstiege zum Waschhaus gewählt mit der Höhe 523,590 m.³“

In diesem Bericht liegt ein grundlegender Irrtum, denn bei gleichbleibendem Pegelnul können die Sollhöhenunterschiede vor und nach 1936 nicht entschieden anders lauten, wenn kein Eingriff an den Fixpunkten erfolgt ist.

Die Vermutung liegt nahe, daß der Pegel Herrenwörth 1936 nicht einwandfrei eingemessen worden ist, die Nullpunktveränderung bei der Neusetzung des Pegels 1936 mit übernommen wurde und daß die Absenkung schon vor 1936 zu suchen sein wird.

Die Übersicht S. 45 stellt die Einmessungen des Pegels Herrenwörth unter besonderer Berücksichtigung der Sollhöhenunterschiede in einer Tabelle zusammen.

¹ Auf die Erläuterung der Daten der Chiemseepegel Stock, Chieming, Seebruck-Graben und Feldwies mußte hier verzichtet werden.

² Das entspricht einer Sollhöhe von 1,431 m über P. N. Seit dem 8. 10. 1943 beträgt die Sollhöhe nach tatsächlichen Nivellements jedoch 1,370 m (Q 66).

³ Dies entspricht einer Sollhöhe von 5,207 m. Die tatsächliche Sollhöhe beträgt aber seit dem 4. 5. 1925 5,148 m (Q 66).

Zu weiteren Untersuchungen müssen jedoch erst die Lücken des Pegels Herrenwörth ergänzt werden.

Die Beobachtungslücken lassen sich für den Chiemsee relativ genau ergänzen, da wir hier mehrere Pegel besitzen, die, auf einen längeren Zeitraum bezogen, nicht sehr verschieden reagieren können.

Mai–August 1945: Die Höhen der abgelesenen Wasserstände der anderen Chiemseepegel stehen zu Herrenwörth in einem bestimmten Verhältnis. Wenn es möglich ist, diese etwa gleichbleibenden Höhenunterschiede zu Herrenwörth für einige Monatsmittel zu bestimmen, können auch die fehlenden Werte ergänzt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Monatsmittel nach tatsächlich abgelesenen Ständen an den Chiemseepegeln (c) mit dem Höhenunterschied zu Herrenwörth (d).

Monate	Herrenwörth	Chieming		Feldwies		Stock		Seebruck-Gr.	
	c	c	d	c	d	c	d	c	d
November 1944	12	14	2	32	20	11	1	6	6
	8	13	5	30	22	10	2	3	5
	—40	—36	4	—17	23	—38	2	—43	3
	—6	—3	3	16	22	—3	3	—11	5
	6	8	2	30	24	7	1	1	5
April 1945	58	62	4	84	26	59	1	53	5
	33 ¹	36	3	58	25	35	1	29	4
	(33, 33, 34, 33)								
Juni 1945	8	10	3	36	26	9	1	3	5
	(7, 10, 8, 8)								
	—3	0	3	21	26	—2	1	—8	5
	(—3, —5, —3, —3)								
	—22								
Oktober 1945	(—22, —22, —23, —22)	—20	2	4	26	—21	2	—26	4
	—24	—23	1	4	28	—21	3	—28	4
	34	36	2	60	26	36	2	31	3
	—25	—23	2	1	26	—23	2	—29	4
Januar 1946	—41	—40	1	—15	26	—38	3	—45	4
	—35	—32	3	—8	27	—34	1	—40	5
	—29	—29	0	—2	27	—26	3	—33	4

Danach hat Mai 1945 ein Monatsmittel von 33, Juni von 8, Juli von —3 und August von —22.

¹ Fettdruckzahlen bedeuten ergänzte Werte.

Mai 1949: Auf die gleiche Weise wie die Lücke von 1945 kann das Monatsmittel von Mai 1949 ergänzt werden.

Monate	Herrenwörth	Chieming		Stock		Seebruck-Gr.	
	c	c	d	c	d	c	d
November 1948	—55	—54	1	—54	1	—60	5
	—63	—62	1	—62	1	—69	6
	—65	—63	2	—62	3	—69	4
	—61	—60	1	—59	2	—65	4
März 1949	—47	—45	2	—44	3	—51	4
	11	12	1	13	2	8	3
	12						
	(12, 12, 13)	13	1	14	2	8	5
Juli 1949	26	27	1	25	1	20	6
	—20	—18	2	—18	2	—25	5
	11	13	2	13	2	6	5
	—10	—9	1	—9	1	—16	6
	—48	—48	0	—48	0	—54	6
November 1949	—53	—52	1	—51	2	—58	5

Das ergänzte Monatsmittel von Mai 1949 beträgt +12.

Die Pegel Chieming, Seebruck-Graben und Stock haben keine unerkannte Änderung im Nullpunkt erfahren und können daher für einen Vergleich mit Herrenwörth herangezogen werden.

Tafel 6 zeigt den Unterschied der abgelesenen Wasserstände der drei eben erwähnten Pegel zu Herrenwörth in den Monatsmitteln. Diese Darstellung sagt, daß der Pegel Herrenwörth schon 1936 etwa dieselbe Ständedifferenz zu den anderen Pegeln aufwies wie 1943. Der Zeitpunkt der Hebung des Pegels (1943) kommt sehr gut zum Ausdruck. Doch ebenso klar stellt sich der Beginn der Senkung des Pegels – wie oben vermutet – seit etwa Mitte 1925 heraus und hat nicht erst 1936 seinen Anfang genommen, sondern dann schon höchste Senkungswerte erreicht.

Auch ein Vergleich der Wasserstandskurven eines Monats zu Beginn des Jahres 1925 spiegelt das gleiche Bild wie nach der Hebung 1943 wider: Die Kurve des Pegels Herrenwörth liegt unter der des Pegels Stock (vgl. Tafel 5 Fig. 3).

Demzufolge ist eine Reduktion der abgelesenen Wasserstände des Pegels Herrenwörth wie folgt notwendig:

September 1926	mit	April	1929	—1 cm	
Mai	1929	mit	Dezember	1931	—2 cm
Januar	1932	mit	August	1933	—3 cm
September 1933	mit	24. November	1943	—4 cm	

Zusammenstellung der Nivellements am Pegel Herrenwörth

Zeit des Nivellem.	P.N.	Kapelle, Türschw. links des Portals		Kapelle, Mitte des Portals		Waschhaus, Betonstufe		Bolzen am Dampfersteg, rechts	
			S. H.		S. H.		S. H.		S. H.
2. 8. 83	518,291(?)		19,175		19,182				
7. 4. 93			19,175		19,182		5,162		
31. 1. 01	518,291	537,466	(19,175)	537,473	(19,182)	523,453	(5,162)		
27. 4. 01	518,29								
24. 12. 03	keine Änderung								
29. 9. 05	518,38								
4. 9. 12			19,175		19,182		5,162		
vor 4. 5. 25						14 mm gesenkt			
4. 5. 25	518,38	(537,558)	19,175	(537,565)	19,182	(523,531)	5,148		
13. 5. 36	518,383					523,590	(5,207)	519,814	(1,431)
27. 7. 42	Pegel um 43 mm zu tief								
8. 10. 43							(5,192)		(1,414)
25. 11. 43							(5,148)		(1,370)
16. 7. 47							5,151		1,373

Als Gesamtergebnis der Untersuchungen über die Chiemseepegel ist eine ganze Reihe von Nullpunktveränderungen festzustellen. Da aber mehrere Pegel am Chiemsee vorhanden sind, ist es möglich, die eingetretenen Pegelveränderungen zu erkennen. Für die Wasserstandsschwankungen des Chiemsees werden für unsere weiteren Untersuchungen die Beobachtungen am Pegel Herrenwörth herangezogen. Denn dieser ist von Juni 1883 bis Dezember 1950 (= 67½ Jahre) mit nur zwei Lücken (1945 und 1949) abgelesen worden und hat nur eine Nullpunktveränderung erfahren. Da wir am Chiemsee mehrere Seepegel besitzen, ist die Eliminierung der Nullpunktveränderung aus den Ablesewerten und die Ergänzung der fehlenden Pegelbeobachtungen relativ einfach und auch mit größter Genauigkeit zu erreichen. Somit kann die gesamte Beobachtungszeit am Pegel Herrenwörth als allgemeingültig angesprochen werden.

11. Eibsee

Pegel Eibsee (für besondere Zwecke)

Errichtet: Lattenpegel: 17. 5. 1907

III. Ordnung

Standort: SO-Ufer des Eibsees, etwa 300 m vom Eibseehotel entfernt

Einzugsgebiet: 15 km²

(Q 1)

P.N. über N.N.: 971,39 m

Die Beobachtungen beginnen am 19. 5. 1907 und zeigen folgende Lücken:

1908: Januar mit Dezember
 1909: Januar mit Dezember
 1910: Januar mit Mai, Oktober, November, Dezember
 1911: Januar mit Juni, August mit Dezember
 1912: Januar mit Oktober
 1943: Januar, Februar, März
 1945: Januar, April mit November

Die Ablesungen fanden nicht täglich statt (etwa alle 2–3 Tage), doch so, daß der Verlauf der Schwankungen einwandfrei erkennbar ist.

Da der Pegel hinsichtlich seiner Lage (vgl. Tafel 3 Fig. 1) wie auch seiner Höhe einige Veränderungen erfahren hat, ist es notwendig, sämtliche Stände auf den gleichen Pegel-nullpunkt zu beziehen.

„Am 17. 5. 1907 wurde ca. 65 m nördlich des Eibseehotels am gleichnamigen See (! Eibsee) ein Pegel errichtet. Die Höhenlage des Nullpunktes ist auf einen Höhenbolzen in der Felsoberfläche bezogen. Der Normalabstand beträgt 3,097 m“ (Q 2).

Am 21. 5. 1907 wurde der Pegel nivellistisch eingemessen, und es ergaben sich für P.N. 971,3905 m, für den Pegelfixpunkt in der Felsoberfläche $971,3905 + 3,097 = 974,4875$ m, bezogen auf den Fixpunkt an der Straße nächst dem Eibseehotel (Q 2).

Nach einem Bericht des Pegelbeobachters vom 25. 5. 1909 wird gemeldet, daß der Pegel am 24. 5. 1909 um 20 cm tiefer gesetzt wurde, da er bei niedrigen Wasserständen völlig trocken sei (Q 3). Eine Kontrolle am 7. 8. 1912 ergab aber, daß der Pegelnullpunkt 3,236 m unter dem HFP, der die Kote 974,487 hat, liegt, d. h. P.N. = 971,251 (Q 2). Dieses entspricht jedoch einer Tiefersetzung von nur 14 cm: $971,251 + 14 = 971,391$. Da nichts auf eine Veränderung der Pegelnullage nach dem 24. 5. 1909 hindeutet, darf der Bericht des Pegelbeobachters vom 25. 5. 1909 als ungenau angesehen werden. Die Veränderungen der P.N.-Lage erfordern also eine Reduzierung der Wasserstände vom 24. 5. 1909 bis mindestens 7. 8. 1912 um 14 cm.

Im Herbst 1912 wurde anlässlich eines Hotelbaues am Eibsee der Pegel mit Schutt eingefüllt und mit einer Ufermauer überbaut. Als Ersatz des auf diese Weise vernichteten Pegels wurde dem Pegelbeobachter eine Stelle an der Badehütte südlich des Hotels bezeichnet, die angeblich 3,00 m Pegelhöhe aufweisen sollte.

Am 12. 4. 1917 errichtete man, rund 300 m vom Eibseehotel entfernt, am südlichen Ufer des Sees einen neuen Lattenpegel mit der gleichen Höhe wie die des Pegels von 1907: 971,391 m. Dabei wurde der seit 1912 benutzte Abstrichpunkt mit einnivelliert und seine Höhenlage mit 973,935 m über N.N. bestimmt (Q 2). Dies entspricht einem Pegelstand von $973,935 - 971,391 = 2,544$ m.

Da dieser Punkt aber mit 3,00 m angenommen wurde, ergibt sich eine Differenz von 46 cm, die von den Pegelständen seit 1912 bis zum 12. 4. 1917 subtrahiert werden muß (und nicht um 46 cm erhöht, wie nachträgliche Bemerkungen in den Pegel-listen besagen). Ein anschauliches Bild dieser Differenz von 46 cm vermitteln die Pegelbeobachtungen des Monats April 1917.

Tag	cm	Tag	cm
2.	180	12.	133
3.	180	13.	132
4.	180	16.	131
5.	180	18.	130
6.	179	20.	129
7.	179	23.	129
8.	179	25.	126
9.	179	28.	121
10.	179	30.	125
—	—	Diff.	= 46

Der genaue Termin der Pegelbeseitigung anlässlich des Hotelbaues läßt sich nicht mehr feststellen, muß jedoch in die Zeit vom 7. 8. 1912 (Kontrolle des Pegels) bis 22. 10. 1912 (nach einer Bemerkung auf der Pegelliste des Oktober 1912 wird der 22. als Beginn der neueren Beobachtung genannt) fallen. Der Sprung von 46 cm, der nach dem 22. 10. 1912 eingetreten sein muß, läßt sich, weil in der kritischen Zeit nicht beobachtet wurde, nicht, wie es im April 1917 möglich ist, nachweisen. Da während der fraglichen Zeit vom 7. 8. 1912 bis 22. 10. 1912 der Pegel nicht abgelesen wurde, ist der genaue Zeitpunkt der Beseitigung des Pegels auch ohne Belang.

Am 27. 6. 1928 ergab die Kontrolle des Pegels einen Wert von 971,378 m (Q 2). Diese gefundene Höhe dürfte unrichtig sein, was aus folgendem hervorgeht.

Das Nivellement entspricht bis auf etwa 2 cm den bisherigen Werten. Die Differenz von 2 cm besteht nur zwischen Hauptfestpunkt und Pegelnullpunkt. Die Urkunde vom 14. 4. 1917 besagt aber: „Der HFP neben dem (neugesetzten) Pegel auf der Felsenoberfläche wird in den nächsten Tagen einbetoniert und seine Höhenlage durch den Pegelbeobachter dem Hydrotechnischen Bureau München mitgeteilt“ (Q 2). Diese Meldung erfolgte am 21. 4. 1917: „Teile kurz mit, daß der HFP am Eibseepegel auf 251 cm Pegel geht“ (Q 2).

Bei der Kontrolle am 27. 6. 1928 hatte der HFP 973,888 m + N.N., ermittelt von weiter abstehenden Rückmarken her. Nun heißt es in jenem Bericht vom 27. 6. 1928: „Das (973,888) entspricht einem Pegelstand von 251 cm, und der Pegelnullpunkt wäre nach dieser Messung $973,888 - 2,51 = 971,378$ “ (Q 2). Man hat also den vom Beobachter gemeldeten Wert von 251 cm verwendet. Da der Pegelbeobachter aber keineswegs ein Nivellement durchgeführt hat (sondern wahrscheinlich nur mit dem Maßstab den Unterschied gemessen), ist diese Differenz von 251 cm sehr zweifelhaft, was ein ausführliches Nivellement vom 3. 4. 1941 (nach vorhergehender Prüfung vom 3. 2. 1927 mit demselben Ergebnis [Q 3]) auch nachweist. Die Einmessung der Rückmarken zeigt wiederum die gleichen Resultate, aber der Höhenunterschied des HFP (973,88) vom Pegelnullpunkt beträgt nur 249 cm (Q 2). Das ergibt für P.N. $973,88 - 2,49 = 971,39$. Diese Werte hat ein Kontrollnivellement vom 7. 11. 1951 erneut bestätigt (Q 2).

Eine Hebung des Pegels gegenüber seinem nur 0,6 m entfernten HFP ist nicht denkbar, da die Verankerung mittels Eisenstiften am Felsen bis 1941 einwandfrei war. Wie oben angedeutet wurde, dürfte die Fehlerquelle im ungenauen Messen durch den Pegel-

beobachter zu suchen sein. Eine Änderung des Pegelnullpunktes ist daher durch das Kontrollnivellement vom 27. 6. 1928 nicht bedingt.

Am 30. 1. 1941 wurde der Pegel infolge Frost beschädigt, so daß die unterste Pegellatte von 99 bis 199 um 4 cm abgesunken war. Am 3. 4. 1941 wurde der ordnungsgemäße Zustand wiederhergestellt (Q 2). Die Pegelstände vom 30. 1. bis 3. 4. 1941 müssen daher um 4 cm erniedrigt werden.

Eine Übersicht der notwendigen Wasserstandskorrekturen möge das Ergebnis unserer Ermittlungen zusammenfassen:

24. 5. 1909	—	Herbst 1912	—14 cm
Herbst 1912	—	12. 4. 1917	—46 cm
30. 1. 1941	—	3. 4. 1941	— 4 cm

Am Eibsee wurden von Mai 1907 bis Dezember 1950 (= 43½ Jahre) Pegelbeobachtungen angestellt. Sie waren in den ersten Jahren bis Oktober 1912 derart mangelhaft, daß diese Zeit für eingehende Untersuchungen fast wertlos ist. Sie soll für die folgenden Ausführungen unberücksichtigt bleiben. Aus dem gleichen Grunde scheidet das Jahr 1945 aus. Die Ergänzung der Lücke von 1943 kann als genügend genau für unsere Betrachtungen angesehen werden, zumal wenn man bedenkt, daß etwaige Ungenauigkeiten ins Jahresmittel mit nur $\frac{1}{12}$ des ursprünglichen Fehlers eingehen und sich dieser mit der Länge der Mittelbildung vollkommen eliminiert.

Damit steht am Eibsee eine lückenlose Beobachtungszeit von 30 Jahren (1913–1942) zur Verfügung, während 8 Jahre (1943–1950) mit Lücken von 12 Monaten belastet sind.

C. FOLGERUNGEN UND FORDERUNGEN

Zusammenfassend läßt sich über die Pegel an oberbayerischen Seen sagen, daß die meisten Seepegel Veränderungen in bezug auf den Nullpunkt erlitten haben und daß auch nur bei den wenigsten eine lückenlose Beobachtung gesichert ist. Daher wurde oben (Kap. I, B, 1–11) versucht, diese Mängel zu beseitigen und möglichst lange und vollständige Beobachtungsreihen an den Seepegeln zu gewährleisten. Inwieweit dies an den einzelnen Seen gelungen ist, soll eine kritische Schau beleuchten.

Am Staffelsee wird der Pegel Seehausen seit 1908 beobachtet. Die ergänzte 6-monatige Lücke von 1945 kann nur in bezug auf die Tendenz des Wasserstandsganges Gültigkeit für sich in Anspruch nehmen, bei Untersuchungen über absolute Pegelwerte muß das Jahr 1945 ausscheiden. Damit stehen uns am Staffelsee eine lückenlose Beobachtungszeit von 37 Jahren (1908–1944) und eine von 5 Jahren (1946–1950) zur Verfügung. Daß von 1908 bis 1936 die Ablesungen jeden zweiten Tag erfolgten, ist nur als geringer Nachteil zu betrachten, da die Zwischenwerte durch Interpolation für einen See, dessen Wasserstandsschwankungen im Gegensatz zu einem fließenden Gewässer als „gedämpfte“ Bewegungen anzusehen sind, genügend genau errechnet werden können. Die Höhenlage des Pegels Seehausen hat sich nie geändert.

Am Würmseest steht uns eine Beobachtungsreihe von 1907 bis 1950 zur Verfügung, die allerdings durch eine nicht zu ergänzende Lücke von 1945 unterbrochen wird (1907–1944 = 38 Jahre, 1946–1950 = 5 Jahre). Zwei weitere, jedoch kleine Lücken (1926 und 1929) dürfen als vollwertig ergänzt gelten. Die Veränderungen der Höhenlage der Pegelnullpunkte konnten erkannt und entsprechend berücksichtigt werden.

Der Pegel Krottenmühl am Simssee ist von September 1906 bis Dezember 1950 (= 44 Jahre) lückenlos beobachtet worden. Eine Aufklärung aller angeblichen Veränderungen des Pegelnullpunktes erstreckt sich jedoch nur auf die Zeit von 1912 bis 1950 (39 Jahre). Die ersten fünf Beobachtungsjahre am Simssee müssen für die Untersuchung absoluter Werte ausscheiden.

Bis auf zwei Fehlmonate (1945) sind am Waginger-Tachinger See die Wasserstände 50 Jahre (1901–1950) ohne Unterbrechung abgelesen worden. Die kleine Lücke von 30 Tagen (1945) wurde mit ausreichender Genauigkeit ergänzt. Inwieweit die besonders großen P.N.-Veränderungen des Pegels Tettenhausen restlos geklärt sind, ist wegen des Fehlens von Vergleichsmöglichkeiten nicht genau zu beurteilen. Größere Unstimmigkeiten dürften jedenfalls ausgeschlossen sein.

Am Walchensee sind die Pegelbeobachtungen lückenlos durchgeführt worden (1869–1950 = 82 Jahre). Pegelneinmessungen wurden jedoch recht spärlich vorgenommen, so daß die wenigen Nivellements keine genauen Aussagen über das Verhalten der Pegelnullpunkte gestatten. Größere Veränderungen der P.N.-Lagen sind bis auf die Zeit um 1901, wo Abweichungen bis zu 20 cm vorliegen, nicht wahrscheinlich.

Am Tegernsee haben wir mit 87 Jahren (Oktober 1863 bis Dezember 1950) die am weitesten zurückreichenden – dazu auch lückenlosen – Pegelbeobachtungen aller oberbayerischen Seen. Genaue Angaben über Pegelnull sind von 1863 bis 1891 nicht vorhanden. Aber für die Zeit von 59½ Jahren (Juli 1891 bis Dezember 1950) steht uns am Tegernsee auf jeden Fall eine einwandfreie Beobachtungsreihe zur Verfügung.

Am Schliersee ist der Gang der Wasserstandsschwankungen von 1911 bis 1950 (= 40 Jahre) zu verfolgen. Gesicherte Gültigkeit haben aber die Pegelwerte nur im Bereich der 35-jährigen Zeitspanne 1916–1950; die ergänzten Monatsmittel sind als ausreichend zu betrachten. Da am Schliersee keine Veränderung der P.N.-Lage des Pegels Schliersee erfolgt ist, kommt den Pegelbeobachtungen dieses Sees eine besonders allgemeingültige Bedeutung zu.

Die Wasserstandsschwankungen des Ammersees sind 44½ Jahre (Juni 1906 bis Dezember 1950) beobachtet worden. Zwei kleine Lücken (1923 und 1945) mußten mittels dreier Flußpegel ergänzt werden. (Bei der Länge der Beobachtungszeit am Ammersee spielen diese weniger sicheren Werte keine wesentliche Rolle.) Die Höhenlage der Pegelnullpunkte konnte als unverändert festgestellt werden.

Eine Beobachtungszeit von 82 Jahren (1869–1950) steht uns am Kochelsee zur Verfügung. Die drei kleinen Ableselücken von Februar/März 1929, Januar und Mai 1945 konnten durch Wasserstandsvergleich mit anderen Seepegeln befriedigend ergänzt werden. Ebenso dürfen die P.N.-Veränderungen am Pegel „Grauer Bär“ als geklärt gelten. Von Nachteil ist es für diesen See, daß der amtliche Pegel – „Grauer Bär“ – nach 1930 nicht eingemessen worden ist. Eventuelle Abweichungen von der Sollage können jedoch nicht

erheblich sein, wie in Kap. I, B, 9, S. 40 nachgewiesen wurde. Somit darf die gesamte Beobachtungszeit von 82 Jahren als genügend gesichert betrachtet werden.

Wenn am Chiemsee mehrere Mängel in bezug auf die Vollständigkeit der Beobachtungen an den Seepegeln und auf Veränderungen der Pegelnullpunkte auftreten, so lassen sich diese infolge des Vorhandenseins mehrerer Seepegel am Chiemsee doch restlos beseitigen. Damit steht am Chiemseepegel Herrenwörth eine allgemeingültige Beobachtungszeit von 67½ Jahren (August 1883 bis Dezember 1950) zur Verfügung.

Der Eibsee hat in bezug auf seinen Pegelnullpunkt einige Veränderungen erfahren, die durchaus geklärt werden konnten. Die allgemeingültige Beobachtungszeit ist jedoch auf 37 Jahre (1913–1950, ohne 1945) beschränkt. Die Ergänzung einer Lücke von 1943 konnte mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden.

Wenn es auch nicht gelungen ist, alle Unstimmigkeiten an den oberbayerischen Seepegeln zu klären, so genügt das Erreichte durchaus, um weitere Untersuchungen darauf aufbauen zu können.

Für die Zukunft möge dem Verfasser jedoch erlaubt sein, einige Vorschläge als Grundlage für speziellere Untersuchungen zu unterbreiten.

1. Jeder Pegel sollte mindestens alle fünf Jahre von einem sicheren „Festpunkt“ einmal eingemessen werden.
2. Jeder Pegel sollte direkt (notfalls über die Eisdecke) eingemessen werden.
3. Bei Veränderungen der Nullage sollte der Pegel auf einen gewissen Standard-Nullpunkt (ursprünglicher Nullpunkt) zurückgesetzt werden.
4. Jede Pegellatte sollte nur positive Ablesungen gestatten.

II. DER JAHRESGANG DER SEESPIEGELSCHWANKUNGEN

Um den Gang der Seespiegelschwankungen über einen längeren Zeitraum verfolgen zu können, müssen Zusammenfassungen von Einzelbeobachtungen vorgenommen werden, da ein Überblick über mehrere hunderttausend Tagesstände für 11 Seen (für den Tegernsee z. B. bedeutet das rund 30000 Einzelbeobachtungen) sonst nicht möglich ist. Entsprechend dem in der Meteorologie üblichen Verfahren sollen auch aus den täglichen Pegelbeobachtungen an den oberbayerischen Seen Monatsmittel des Pegelstandes gebildet werden.

Die Errechnung langjähriger Mittelwerte der einzelnen Monate aus vieljährigen Pegelbeobachtungen wäre dagegen nicht sinnvoll. Ein solches Verfahren wäre nur dann erlaubt, wenn der Jahresgang der Seespiegelschwankungen nach Richtungssinn und Größenordnung der Ausschläge immer wieder gleich oder mindestens ähnlich wäre. Das ist aber nicht der Fall und kann nicht der Fall sein, weil ein Pegelstand nicht nur, wie etwa eine Niederschlagssumme, das Ergebnis bestimmter Vorgänge in einer fest begrenzten Zeit vorstellt, sondern außerdem immer auch von den Ergebnissen der vorangegangenen Zeit abhängt. Diese bestimmen nämlich, ob die Effekte der betrachteten Zeit sich auf einen hoch oder tief gelegenen Anfangspunkt aufbauen. Daher kommt es, daß bestimmte Pegelstandswerte, z. B. die Extremwerte des Jahres, in mehreren oder gar in allen Monaten auftreten können. Eine Mittelbildung für bestimmte Monate über viele Jahre würde derartige Gangeigentümlichkeiten des Pegelstandes verwischen oder gar verdecken. Zur Klärung der Frage nach dem typischen Jahresgang der Seespiegelschwankungen müssen daher andere Methoden als die Mittelbildung für bestimmte Monate über viele Jahre angewendet werden.

A. DER RICHTUNGSSINN DES JAHRESGANGES

a) ALLGEMEINES

Jede reelle Ganglinie der Wasserstände gibt über drei wesentliche Dinge Aufschluß: 1. über die absolute Höhe des Wasserstandes bei jeder Ablesung, 2. über die Größenordnung der Wasserstandsschwankungen und 3. über den Richtungssinn der Wasserstandsschwankungen in jedem Augenblick.

Von diesen Größen ist die absolute Höhe des Wasserstandes für uns weniger interessant, weil sie in ihrem Zustandekommen schwer überblickbar, nämlich jeweils von den Ereignissen einer länger vorausgehenden Zeit abhängig ist. Von den beiden anderen Größen soll zunächst unter vorläufigem Verzicht auf Würdigung der Größenordnung der Ausschläge der Richtungssinn der Wasserstandsschwankungen ins Auge gefaßt werden. Denn man kann hoffen, daß Änderungen des Richtungssinnes der Wasserstandsschwankungen jeweils durch den allgemeinen Witterungsgang gesteuert werden und daher beim gleichen See in verschiedenen Jahren in annähernd gleicher Weise zum Ausdruck kommen müßten. Es

sollen also zunächst die einzelnen Jahresganglinien des Wasserstandes unserer Seen daraufhin untersucht werden, ob in ihnen gleiche oder ähnliche Erscheinungen in bezug auf den Richtungssinn in verschiedenen Jahren auftreten, ferner ob solche Erscheinungen an allen Seen zu finden sind und ob es vielleicht sogar verschiedene Typen bestimmter Merkmale bei den oberbayerischen Seen gibt.

Zu diesem Zweck wurden sämtliche Jahresganglinien der oberbayerischen Seen in den Monatsmittelwerten graphisch dargestellt, wie es Tafel 19 für den Staffelsee, Tafel 20 für den Chiemsee und Tafel 21 für den Eibsee aufzeigen. Das bedeutet für die vorliegenden Untersuchungen über 620 Jahreskurven.¹ Dann wurden bestimmte singuläre Kurvenpunkte nach ihrer Häufigkeit in den entsprechenden Monaten verschiedener Jahre ausgezählt.

Die Ergebnisse dieser Auszählungen wurden dann als Verlaufskurven über die 12 Monate des Jahres in Prozent der beobachteten Jahre dargestellt (vgl. Tafel 8–11). Diese Kurven geben jede für sich die Häufigkeitsverteilung gewisser Merkmale des Ganges des Pegelstandes, bei der Zusammenschau aber den Richtungssinn eines oder des „typischen Jahresablaufs“ der Wasserstandsschwankungen eines bestimmten Sees wieder.

Bei solchem Vorgehen besteht sogar die Möglichkeit, Einblick in den Richtungssinn der Seespiegelschwankungen selbst dann noch zu erlangen, wenn kleinere Änderungen von Pegelnull nicht einwandfrei bestimmt werden können oder überhaupt nicht bekannt sind.

Als Zeiteinheit wurde bei den folgenden Ausführungen das Kalenderjahr dem hydrologischen, auch Abflußjahr² genannten Zeitabschnitt vorgezogen. Beide Einheiten – Kalenderjahr wie hydrologisches Jahr – bedeuten in bezug auf die vorliegenden Untersuchungen willkürliche Abschnitte einer kontinuierlichen Ganglinie; doch das Kalenderjahr hat den Vorteil, überall verstanden zu werden, während das am 1. November beginnende hydrologische Jahr volle Berechtigung nur für einen eng begrenzten Raum aufweist. Schon im Hochalpengebiet wäre eine andere zeitliche Begrenzung des Abflußjahres als etwa im Alpenvorland notwendig.

Die Auszählung erfaßte alle wichtigeren singulären Punkte der Jahresganglinien des Wasserstandes unserer Seen. Die Bezeichnungen der ausgezählten Kurvenpunkte sind so gewählt, daß die in der Gewässerkunde nach DIN 4049 (28) genormten Abkürzungen übernommen werden können. Andererseits sollen die in dieser Arbeit verwendeten Zeichen aber auch Ergänzungen in Anlehnung an die obengenannten üblichen Bezeichnungen ermöglichen.

Die Gewässerkunde kennt u. a. die Buchstabenfolgen von

HHW (absolutes Maximum): äußerster oberer Grenzwert der Wasserstände (überhaupt bekannter höchster Wert)

¹ Auf die Beigabe aller Jahreskurven sämtlicher Seen mußte aus Kostengründen verzichtet werden.

² „Das Abflußjahr wurde eingeführt, um eine an die natürlichen Abflußverhältnisse angelehnte Einteilung der Zeit zu treffen. Diese richtet sich nach dem über lange Zeiträume ziemlich gleichmäßigen, von den Jahreszeiten abhängigen Rhythmus. Da die frühjährlichen und sommerlichen Abflußverhältnisse viel mehr von denen des vorangegangenen Winters abhängen als die des Winters vom Sommer, stellt sich als geeigneter Zeitpunkt für den Beginn eines Abflußjahres der Spätherbst heraus. Es wird ein Jahr also vom 1. November eines Kalenderjahres bis zum 31. Oktober des folgenden gerechnet.“ (Gierloff-Emden, 57, 5). (Vgl. auch Jahrbuch, 85, 1937, Allg. Teil S. 13 Abs. 17.)

- HW: oberer Grenzwert der Wasserstände (höchster Wert in einem bestimmten Zeitraum)
 MW: Mittelwasserstand (arithmetisches Mittel der Wasserstände im betrachteten Zeitraum)
 NW: unterer Grenzwert der Wasserstände (niedrigster Wert in einem bestimmten Zeitraum)
 NNW (absolutes Minimum): äußerster unterer Grenzwert der Wasserstände (überhaupt bekannter niedrigster Wert).

Der höchste Wasserstand überhaupt (HHW) ist unbedingt ein Maximum, wenn dieses nach der allgemein gültigen Definition als der Punkt angesehen wird, der höher als seine beiden Nachbarpunkte liegt. (Für NNW gilt analog das gleiche.)

Um nun jeden Kurvenpunkt (auch den von Januar und Dezember) durch seine beiden Nachbarpunkte charakterisieren zu können und zum Zeichen einer kontinuierlichen Ganglinie, wurden bei den zum Zwecke der Auszählung dargestellten jährlichen Wasserstandskurven (vgl. Tafel 19-21) jeweils das vorgängige und das folgende Monatsmittel an die Jahresspanne angeschlossen.

Die Wasserstandsganglinie ist auch als Funktion der Zeit zu betrachten; daher lassen sich die Extreme wie folgt definieren:

$$\begin{aligned}\text{Maximum} &\equiv y' = f'(x) = 0 \text{ oder } y'' = f''(x) < 0 \\ \text{Minimum} &\equiv y' = f'(x) = 0 \text{ oder } y'' = f''(x) > 0\end{aligned}$$

HW dagegen braucht nicht immer ein Maximum zu sein (vgl. Tafel 5 Fig. 4), wie es im Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch (85) heißt. In Abweichung hiervon bezeichnet auch die DIN-Vorschrift HW nur als höchsten Wasserstand. Die Bezeichnung HW wird allerdings auch im Gewässerkundlichen Jahrbuch für den höchsten Wasserstand in einem bestimmten Zeitraum verwendet und nicht für ein „Maximum“. Daher wird HW theoretisch besser als „höchster Wert“ (nicht als Grenzwert) in einem betrachteten Zeitraum angesprochen und für das Maximum, das außer dem höchsten immer ein relatives oder sekundäres darstellt, theoretisch besser die Bezeichnung MaxW eingeführt. NW gilt entsprechend als niedrigster Wasserstand, verbunden mit einer Zeitangabe. HHW (NNW) als Maximum (Minimum) (in einer kontinuierlichen Reihe) zu bezeichnen, ist berechtigt, man könnte es auch als $\text{Max}_{\text{absol.}} W$ ($\text{Min}_{\text{absol.}} W$) schreiben, und beides sagt das gleiche: Der absolut höchste (niedrigste) Wasserstand ist auch zugleich das absolute Maximum (Minimum).

Wir kennen nun die Bezeichnungen

$$\begin{aligned}\text{HHW} &= \text{Max}_{\text{absol.}} W = \text{absolutes Maximum (absolutes Minimum} = \text{NNW} = \text{Min}_{\text{absol.}} W) \\ \text{HW} &= \text{höchster Wert (niedrigster Wert} = \text{NW) in einem betrachteten Zeitraum.}\end{aligned}$$

Dazu soll der Begriff des

$\text{Max}_{\text{relativ}} W = \text{Max}_R W = \text{relatives Maximum (relatives Minimum} = \text{Min}_R W)$ eingeführt werden, der ebenfalls die Definition des Maximums (Minimums) enthält (beide Nachbarpunkte niedriger oder höher), aber nicht das absolut höchste (niedrigste) ist, sondern das höchste, zweit- oder dritthöchste

(-niedrigste) usw. in einem bestimmten Zeitraum darstellt. Für die relativen Maxima (Minima) kann man hiernach schreiben: $\text{Max}_{R1} W$, $\text{Max}_{R2} W$, $\text{Max}_{R3} W$ ($\text{Min}_{R1} W$, $\text{Min}_{R2} W$, $\text{Min}_{R3} W$).

Da es sich in den vorliegenden Untersuchungen bei der Aufstellung von Häufigkeitsdiagrammen (vgl. Tafel 19–21 und 8–11) außerdem um Monatsmittelwerte handelt, muß das Mittel in der Namengebung der Kurvenpunkte auch berücksichtigt werden (vgl. Tafel 5 Fig. 5):

- HMW: Höchster (H) Wert der mittleren (M) Wasserstände (W) in einem bestimmten Zeitraum. Bei den folgenden Ausführungen ist der Monat die Zeitspanne für die Mittelbildung, und dieses Monatsmittel ist in unserem speziellen Falle der höchste Wert der entsprechenden des Jahres.
- H_2 MW: Zweithöchster (H_2) Wert der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- NMW: Niedrigster (N) Wert der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- N_2 MW: Zweitniedrigster (N_2) Wert der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- Max_{R1} MW: Höchstes (1) relatives (R) Maximum (Max) der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- Max_{R2} MW: Zweithöchstes (2) relatives (R) Maximum (Max) der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- Min_{R1} MW: Niedrigstes (1) relatives (R) Minimum (Min) der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- Min_{R2} MW: Zweitniedrigstes (2) relatives (R) Minimum (Min) der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr
- Min_{Rh} MW: Höchstes (h) relatives (R) Minimum (Min) der mittleren (M) Wasserstände (W), Monat/Jahr.

Dazu seien folgende Signaturen eingeführt (vgl. Tafel 5 Fig. 5):

- $\wedge$: Maximum (sowohl Max_{R1} MW als auch Max_{R2} MW), Monat/Jahr
- $\vee$: Minimum (sowohl Min_{R1} MW, Min_{R2} MW als auch Min_{Rh} MW), Monat/Jahr
- $\nearrow$: Steigende Tendenz, Monat/Jahr [Dieser Punkt der Kurve gibt mit den beiden Nachbarwerten eine steigende Richtung an ($y' = f'(x) > 0$).]
- $\searrow$: Fallende Tendenz, Monat/Jahr [Dieser Punkt der Kurve gibt mit den beiden Nachbarwerten eine fallende Richtung an ($y' = f'(x) < 0$).]

Es wird sich zeigen, daß die oben definierten Kurvenwerte auf Grund ihrer Häufigkeit in einem mehrjährigen Zeitraum Typisches über die Seespiegelschwankungen an den oberbayerischen Seen auszusagen vermögen.

Im Zuge dieser Arbeit wurde versucht, auch noch andere Kurvenpunkte (z. B. Max_{R3} MW, Min_{R3} MW usw.) für die Erfassung typischer Merkmale der Jahresganglinien zu berücksichtigen. Da diese aber nicht mehr typische Züge der Seespiegelschwankungen erkennen ließen, sondern anscheinend ohne jede Regel und Regelmäßigkeit auftreten, sollen sie hier außer Betracht bleiben.

b) DER RICHTUNGSSINN DES JAHRESGANGES
DER EINZELNEN SEEN

Im folgenden werden nun die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Häufigkeitsverteilung der oben erläuterten Kurvenwerte in den Jahresganglinien des Wasserstandes für die einzelnen untersuchten Seen Oberbayerns zunächst nacheinander dargelegt. Hierbei zeigt sich, daß die reinen Vorlandseen am wenigsten ausgesprochene Jahreskurven aufweisen.

1. *Staffelsee*

Tafel 8 Fig. 1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der besprochenen Kurvenwerte für den Staffelsee. Für diesen See ist außerdem eine Zusammenstellung der wirklichen Jahresganglinien der Seespiegelschwankungen für alle Beobachtungsjahre beigegeben worden (s. Tafel 19). Es ergeben sich folgende typische Züge im Ablauf der jährlichen Wasserstandsveränderungen:

Beim Überblick der einzelnen Verlaufskurven in Tafel 8 Fig. 1 zeigt sich, daß nur in wenigen Monaten eine besonders große Scharung bestimmter Kurvenpunkte der Jahresganglinien auftritt. Im allgemeinen verteilen sich diese betreffenden Kurvenwerte innerhalb der 42-jährigen Beobachtungsreihe am Staffelsee ohne nennenswerte Bevorzugung auf die zwölf Monate des Jahres, d. h. ganz bestimmte Merkmale der jährlichen Wasserstandsganglinien (z. B. Max_{R2}MW) treten in den einzelnen Jahren in verschiedenen Monaten auf. Die Kurvenpunkte der reellen Ganglinien bevorzugen bei der jährlichen Wiederkehr keine bestimmten, sondern viele Monate des Jahres, was wiederum heißt, daß die zeitliche Schwankungsbreite, „die Streuung“, bestimmender Kurvenmerkmale sehr groß ist.

Nur die höchsten Wasserstände (HMW), die am Staffelsee auch gleichzeitig die höchsten Maxima (Max_{R1}MW) darstellen, konzentrieren sich auf wenige Monate und liegen mit zusammen 75% aller beobachteten Jahre in der Zeit von Juni bis September (vgl. Tafel 8 Fig. 1 b). Die zweithöchsten Maxima (Max_{R2}MW) dagegen nehmen eine viel größere zeitliche Schwankungsbreite für sich in Anspruch (Tafel 8 Fig. 1 d) und verteilen sich mit 60% aller Fälle auf die erste Jahreshälfte und mit den verbleibenden 40% auf die zweite. Daraus ergibt sich, daß wir am Staffelsee – mindestens – zwei Gipfel in den Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen zu erwarten haben. Doch noch ist mit den beiden höchsten Maxima (Max_{R1}MW und Max_{R2}MW) die Darstellung in Fig. 1 a (Tafel 8) nicht genügend erklärt. Fig. 1 a gibt die Summe aller Maxima wieder, die bei der 42-jährigen Beobachtungszeit am Staffelsee aufgetreten sind. Wenn nun die Anzahl der Max_{R1}MW - und Max_{R2}MW -Werte von der Gesamtzahl der Maxima ($\wedge$) subtrahiert wird, so bleibt noch eine beträchtliche Zahl von Maxima, die weder höchste (Max_{R1}MW) noch zweithöchste (Max_{R2}MW) sind, besonders zu Anfang und am Ende des Jahres übrig (Tafel 8 Fig. 1 a). Diese kleinen Maxima (Nebenmaxima) besagen, daß man für eine Reihe von reellen Jahresganglinien am Staffelsee mindestens 3 Gipfel in der Jahreskurve erwarten muß. Eine Auszählung der von Monatsmitteln gebildeten wirklichen Jahreskurven nach der Anzahl der „Gipfel“ ergab, daß von 42 beobachteten Jahren 10 (= 25%) zweigipflig und je 16 (= je 35%) drei- und viergipflig sind.

Den tiefsten Wasserstand des Jahres (Min_{R1} MW) erreicht der Staffelsee mit zusammen 50% aller Fälle in den Monaten Januar bis März (vgl. Tafel 8 Fig. 1f). Die restlichen Min_{R1} MW-Werte können sich in allen übrigen Monaten einstellen.

Die Kurvenwerte mit steigender und fallender Tendenz (Tafel 8 Fig. 1k und Fig. 1l) bestätigen durch ihre relativ hohen Prozentzahlen über mehrere Monate die erwähnte Mehrgipfligkeit und eine große zeitliche Schwankungsbreite der Kurvenpunkte (bei eindeutig ausgeprägtem Jahresgang der Wasserstandsschwankungen stehen sich die beiden Verlaufskurven der Tendenz spiegelbildlich gegenüber; siehe später, Kap. II, A, b, 11, Eibsee und Tafel 21). Entsprechend den Steilanstiegen und dem flacheren Abfall in den Jahresganglinien (vgl. Tafel 19) überragen die Monate mit fallender Tendenz jene mit steigender um ein Drittel an Zahl.

Zusammenfassend läßt sich über den Richtungssinn der Jahresschwankungen am Staffelsee sagen, daß vorzugsweise 3- bis 4-gipflige Jahresganglinien ausgebildet werden (s. Tafel 16), im allgemeinen aber eine große zeitliche Schwankungsbreite fast aller Kurvenwerte in Erscheinung tritt. Somit zeigt der Staffelsee in seinen Seespiegelschwankungen einen wenig scharf ausgeprägten Jahresgang.

2. Würmsee

Etwas besser als am Staffelsee lassen sich typische Züge der Wasserstandsschwankungen am Würmsee erkennen (vgl. dazu Tafel 8 Fig. 2).

Zu 85% aller Fälle tritt das höchste Maximum (Max_{R1} MW) in den Monaten Juni bis Oktober, davon allein 25% im August auf (vgl. Tafel 8 Fig. 2b), während sich die tiefsten Minima (Min_{R1} MW) in 21 von 42 Jahren (= 50%) im Februar und März einstellen. Bei $\frac{1}{3}$ aller beobachteten Jahre deuten die höchsten Minima (Min_{R4} MW) (Tafel 8 Fig. 2i) durch ihr Auftreten in den Monaten Juli bis September eine Zweigipfligkeit der Jahresganglinien im Bereich der höchsten Jahreswerte an. Eine generelle Bestimmung der Gipfelzahl läßt sich jedoch auf Grund der großen zeitlichen Schwankungsbreite bestimmter Kurvenmerkmale aus Tafel 8 Fig. 2 nicht erreichen. Die Auszählung der 42 reellen Jahresganglinien (1908–1950, ohne 1945) nach Jahresgipfeln ergab für 5 Jahre (= 10%) eingipflige, für 23 Jahre (= 55%) zweigipflige, für 10 Jahre (= 25%) dreigipflige und für 4 Jahre (= 10%) viergipflige Jahreskurven. Somit stehen am Würmsee meistens zwei, dann aber auch drei Jahresgipfel im Vordergrund. Taf. 8 Fig. 2a weist auf eine größere Verteilung kleinerer Maxima besonders zu Anfang des Jahres hin.

Die geringe Prozentzahl der jeweiligen Kurvenwerte in bestimmten Monaten (vgl. bes. Tafel 8 Fig. 2d) spiegelt jedoch einen im allgemeinen recht wenig ausgeprägten Jahresgang wider. Daher sei die Aufstellung einer typischen Ganglinie der Wasserstandsschwankungen am Würmsee (Tafel 16) als ein Versuch zu verstehen, überhaupt einen öfters wiederkehrenden Jahresgang – wie er oben beschrieben wurde – zu fassen. Es möge aber nicht übersehen werden, daß der Würmsee – ebenso wie der Staffelsee – auch eine Reihe anderer Jahresganglinien hervorbringt. In dem auf Tafel 16 dargestellten idealisierten Jahresgang sind die für den Würmsee am meisten typischen Züge angedeutet.

3. Simssee

Einen besonders wenig klaren Jahresgang weisen die Wasserstandsschwankungen des Simssees auf (vgl. Tafel 8 Fig. 3). Fast alle Kurvenwerte sind ohne Bevorzugung in allen Monaten des Jahres vertreten. Lediglich die Verteilung der Max_{R1} MW, die mit zusammen 50% aller beobachteten Jahre im Juni und Juli, mit weiteren (zusammen) 35% im August und September auftreten (Tafel 8 Fig. 3b), und das Bild der steigenden und fallenden Tendenz (Tafel 8 Fig. 3l und Fig. 3m) ermöglichen bestimmtere Aussagen über den Jahresablauf der Pegelwerte.

Da nach Subtraktion der Max_{R1} MW- (Tafel 8 Fig. 3b) und der Max_{R2} MW-Werte (Tafel 8 Fig. 3d) von der Gesamtzahl aller in den 44 Jahren der Beobachtung am Simssee aufgetretenen Maxima überhaupt (Tafel 8 Fig. 3a) noch eine beträchtliche Anzahl kleiner Maxima besonders zu Anfang und Ende des Jahres übrigbleibt, geht hervor, daß wir am Simssee meist 3 oder mehr Gipfel in der Jahresganglinie zu erwarten haben. Eine Auszählung der 44 Jahreskurven des Simssees nach der Anzahl der Gipfel bestätigt dieses: über 25% aller Jahre sind zwei- und viergipflig, 45% dreigipflig. Die tiefsten Minima (Min_{R1} MW) treten mit zusammen 75% aller Fälle mit gleichmäßiger Verteilung in den Monaten Januar bis Mai und im Dezember auf (Tafel 8 Fig. 3g).

Als wirklich typisch für die jährlichen Wasserstandsveränderungen am Simssee sind die großen zeitlichen Schwankungsbreiten fast aller Kurvenwerte zu nennen. Um dieses zum Ausdruck zu bringen, kann als ein typischer Jahresgang etwa der viergipflige, wie auf Tafel 16, angesehen werden.

4. Waginger-Tachinger See

Die Verlaufskurven in Tafel 8 Fig. 4 gestatten folgende Aussage über den Jahresgang der Wasserstandsveränderungen am Waginger-Tachinger See:

Fig. 4b (Tafel 8) zeigt, daß die höchsten Monatsmittel in zwei zeitlich voneinander unabhängigen Gruppen auftreten: im Januar bis März mit zusammen 40% aller Fälle und im Juni bis August ebenfalls mit 40%; d. h. der höchste Stand wird entweder zu Anfang des Jahres oder im Hochsommer erreicht. Wie die Verlaufskurve der Max_{R2} MW andeutet (Tafel 8 Fig. 4d), ist die Verteilung dieser Werte in den eben genannten Zeiträumen auch etwas höher als in anderen Monaten. Man kann daraus schließen, daß die beiden höchsten Maxima die Plätze miteinander tauschen können. Tritt am Jahresanfang der höchste Wasserstand ein, so ist im Hochsommer das zweithöchste Maximum zu erwarten. Verzeichnen dagegen die ersten Monate des Jahres einen Max_{R2} MW-Wert, so wird der höchste Jahresstand im Hochsommer auftreten.

Diese typischen Züge am Waginger See kommen jedoch durch eine große Zahl kleiner Maxima nicht voll zur Geltung. Fig. 4a (Tafel 8) gibt im Vergleich mit Fig. 4b und Fig. 4d die Verteilung dieser kleinen Maxima zu Anfang und Ende des Jahres, besonders aber im Januar wieder; das heißt u. a., daß fast in jedem zweiten Jahr der 50-jährigen Beobachtungsreihe am Waginger See im Januar ein Maximum auftritt.

Die tiefsten Monatsmittel werden bei diesem Vorlandsee mit 50% aller Fälle von September bis November und mit 65% in der zweiten Jahreshälfte erreicht. Jene oben genannte Zweiteilung in der Scharung beider Maxima (Max_{R1}MW und Max_{R2}MW) wird durch eine relativ hohe Prozentzahl an Minima in den Monaten Mai und Juni (Tafel 8 Fig. 4e, f, h und 4i) bestätigt.

Die Verlaufskurven der Tendenz (Tafel 8 Fig. 4k und 4l) stehen mit den bisher gemachten Aussagen sehr gut in Einklang (beachte besonders die steigende Tendenz zu Ende des Jahres!), zeigen aber auch durch ihre beträchtlichen Prozentzahlen über alle zwölf Monate des Jahres eindringlich, wie verschieden der einzelne Jahresablauf der Wasserstandsschwankungen am Waginger-Tachinger See in der 50-jährigen Beobachtungszeit ausfällt. Die „Streuung“ der Gipfel (die 50 Jahresganglinien enthalten zu je 30% 2–4 Gipfel) über die Monate ist so groß, daß man kaum einen Jahresgang als typisch herausstellen kann. Tafel 16 kann daher für den Waginger See auch nicht eine typische Jahreskurve wiedergeben, sondern vielmehr nur typische Züge im Jahresablauf.

5. Walchensee

Der Walchensee wird seit 1919 durch die ersten Bauten für ein Kraftwerk in seiner Wasserführung beeinflusst. Doch die Störung im natürlichen Wasserhaushalt des Sees ist anfangs derart gering, daß sie vernachlässigt werden könnte. Erst seit Herbst 1924 wird der Walchensee zu einem reinen Stausee mit allen seinen Folgen.

Daher sollen die Zeit des natürlichen Sees und die des Sees als Staubecken gesondert behandelt werden.

aa) Der natürliche Walchensee (1869–1919) (vgl. Tafel 9 Fig. 1)

Januar: Über 40% aller beobachteten 51 Januar-Monate zeigen eine fallende Tendenz zum Jahresminimum (Tafel 9 Fig. 1m), ein Viertel dieser Monate beherbergt auch schon den Tiefstwert (Tafel 9 Fig. 1g). In zehn weiteren Jahren tritt im Januar ein kleines Maximum (weder Max_{R1}MW noch Max_{R2}MW) auf (vgl. Tafel 9 Fig. 1a, b und 1d).

Februar: Der tiefste Wasserstand wird im Februar (Tafel 9 Fig. 1g) erreicht (über 30% aller Jahre). Lediglich wenn sich typische Merkmale des Jahresganges innerhalb ihrer zeitlichen Schwankungsbreite verschieben, weist schon der Februar durch steigenden Wasserstand (Tafel 9 Fig. 1l) auf ein Maximum hin (30%), oder ihm sind zu 25% der gesamten Beobachtungsjahre am natürlichen Walchensee zweitniedrigste Minima (Min_{R2}MW) eigen (Tafel 9 Fig. 1i). Somit treffen auf Januar und Februar zusammen über 50% aller Min_{R1}MW -Werte.

März–April: Selten nur (je kaum 20% aller Fälle) verirrt sich ein Extremwert in diese beiden Monate (vgl. Tafel 9 Fig. 1a und 1e); sie sind zu je über 80% Monate mit steigender Tendenz (Tafel 9 Fig. 1l).

Mai: Ein Jahresgipfel ist von der Hälfte aller Beobachtungsjahre im Mai erklommen (Tafel 9 Fig. 1a, b und 1d). Fast nie tritt er früher ein, wohl aber kann er sich etwas nach den folgenden Monaten verschieben.

Juni: Rasch wie der erste Gipfel erstiegen wurde, fällt der Wasserstand auch wieder, um dann erneut zu einem Maximum hinzustreben. Ein Minimum (Min_{R1} MW), das die beiden Jahresspitzen trennt, ist besonders dem Juni eigen (30% aller Jahre; auf Juni bis August treffen sogar über 60%; vgl. Tafel 9 Fig. 1k).

Juli–September: Während das erste Maximum des Jahres einen eng begrenzten Spielraum besitzt, hat das zweite einen solchen von drei und teils sogar mehr Monaten. Doch wie es besonders Tafel 9 Fig. 1d in der großen Häufung der Max_{R2} MW-Werte aufzeigt, steht das Spätsommermaximum dem Frühjahrsgipfel meist an Höhe nach.

Daß wir beim Walchensee zwei ausgeprägte Maxima im Jahresgang der Wasserstandsschwankungen vorfinden, geht aus der Verteilung der Max_{R1} MW (Taf. 9 Fig. 1b) und der Max_{R2} MW (Tafel 9 Fig. 1d) hervor: Diese beiden Maxima treten während der 51-jährigen Beobachtungszeit fast im gleichen Zeitraum – April bis September bzw. Oktober – auf und werden in ihrer Verteilung, wie eben beschrieben, durch ein Minimum in zwei Gruppen, in eine früh- und eine spätsommerliche Gruppe, aufgespalten. Die beiden höchsten Maxima (Max_{R1} MW und Max_{R2} MW) können sowohl der ersten als auch der zweiten Gruppe angehören, d. h. sie können die Plätze miteinander tauschen. Doch bei der Verteilung dieser „Spitzen“ kann man eine besonders große Scharung der Max_{R1} MW im Frühsommer und eine solche der Max_{R2} MW im Spätsommer erkennen. Dieses läßt auf eine Neigung des Walchensees schließen, die frühsommerlichen Gipfel höher als die spätsommerlichen auszubilden.

Oktober–Dezember: Schon im September herrscht zur Hälfte der möglichen Kurvenwerte die fallende Tendenz vor. Ähnlich verhält es sich im letzten Quartal des Jahres. Während aber im September eine gewisse Anzahl von Maxima erscheint, kann besonders schon im November und Dezember der Jahrestiefststand erreicht werden.

Im natürlichen Wasserhaushalt des Walchensees ist das tiefste Minimum mit über 80% Sicherheit in den Wintermonaten November bis Februar zu erwarten, dagegen der Frühjahrsgipfel, vielfach das höchste Maximum des Jahres, kaum vor Mai. Ein weiteres Maximum tritt dann im Spätsommer auf (vgl. Tafel 16).

Diese beiden Gipfel sind in fast 90% aller Jahre deutlich ausgeprägt, so daß kleinere Maxima um die Jahreswende (40% der Fälle) das eben geschilderte Bild nicht zu stören, sondern nur zu ergänzen vermögen.

bb) Der Walchensee als Staubecken (1924–1950)

Die Diagramme in Tafel 9 Fig. 2 zeigen wie sehr der Walchensee als Staubecken seinen natürlichen Wasserhaushalt geändert hat.

Januar–Februar: In über $\frac{3}{4}$ aller beobachteten Jahre weisen die ersten beiden Monate abnehmenden Wasserstand auf (Tafel 9 Fig. 2l).

März: Überwiegend im März (60% der Fälle) wird dann der tiefste Pegelwert erreicht (Tafel 9 Fig. 2f). Nur selten verschiebt sich dieses Minimum nach April (20%) oder Februar (10% der Jahre).

April–Juni: Rasch füllt sich der See wieder auf (65–85% dieser Monate besitzen eine steigende Tendenz; vgl. Tafel 9 Fig. 2k) (s. dazu Fels, 50, 3f!) und erreicht mit zusammen 85% der beobachteten Jahre in ...

Juli–September: einem der drei nächsten Monate sein Jahresmaximum (Tafel 9 Fig. 2b). Meistens (in 19 von 27 Jahren) gesellt sich noch ein zweites kleines Maximum in dem Zeitraum Juni bis November dazu, wobei die Monate gegen das Jahresende bevorzugt werden (vgl. bes. Tafel 9 Fig. 2d).

Oktober–Dezember: Seit Oktober zeigt der Walchensee wieder fallenden Wasserstand, der dann über den ganzen Winter währt (im Dezember über 80% der Fälle; s. Tafel 9 Fig. 2l).

Wenn die Wasserstandsschwankungen dieses Sees auch reguliert werden, so ist der Gang der Niveauveränderungen doch über 27 Jahre derart gleichbleibend, daß es gestattet ist, eine typische Ganglinie der Jahresschwankungen aufzustellen.

Im großen und ganzen kann der typische Gang des Walchensees in der Zeit von 1924 bis 1950, bei einer Betrachtung des Richtungssinnes, als zweigipflig angesprochen werden, wenn auch – wie sich später (Kap. II, A, c, S. 69) herausstellen wird – wirklich bestimmend für die Jahreskurve nur das Hauptmaximum (Max_{R1}MW) ist (Tafel 16). Die Zweigipfligkeit ist mit 75% aller beobachteten Jahre belegt.

6. Tegernsee

Zur Beschreibung eines typischen Jahresganges der Wasserstandsschwankungen des Tegernsees siehe Tafel 10 Fig. 1.

Januar: Januar nimmt zu 25% aller beobachteten Jahre kleine Maxima (vgl. Tafel 10 Fig. 1a und 1d), 20% tiefste Minima (Min_{R1}MW , s. Tafel 10 Fig. 1f) und zu 25% Monate mit fallender Tendenz in sich auf. Die letzte Erscheinung ist das eigentliche Charakteristikum dieses Monats, denn die beiden anderen Werte bezeugen nur das gelegentliche Auftreten eines weniger eigentümlichen Maximums bzw. die zeitliche Schwankungsbreite des tiefsten Extrems. Wenn man aber bedenkt, daß die Einteilung einer Zeit nach Monaten für diese Untersuchungen ebenso willkürlich ist wie die nach dem Kalenderjahr, so darf es nicht wundernehmen, wenn ein Kurvenwert über mehrere Monate verteilt ist. Lediglich die zeitliche Schwankungsbreite gibt ein Maß für mehr oder weniger typische Merkmale der Jahreskurven. Vielleicht ließen sich bei der Wahl einer anderen Zeiteinheit als die des Monats genauere Aussagen erreichen.

Februar: Hier liegt der tiefste Jahreswasserstand (Tafel 10 Fig. 1f). 40% aller Jahre gewinnen im Februar ihren niedrigsten Pegelwert und über 60% in den Monaten Januar und Februar zusammen.

März: Zeigt sich schon vereinzelt seit Februar steigender Wasserstand ($\frac{1}{5}$ aller Fälle), so ist der Monat März fast zu $\frac{3}{4}$ aller Jahre der steigenden Tendenz vorbehalten (Tafel 10 Fig. 1k). Im nächsten Monat dagegen . . .

April–Mai: geht die steigende Tendenz schon nicht selten in ein Extrem, das Frühjahrshochwasser, über, bis dieses Maximum dann im Mai gegenüber allen anderen Kurvenwerten überwiegt.

Juni–Juli: So rasch wie das Hochwasser aufgetreten ist, so schnell fällt die Jahreskurve auch wieder (vgl. dazu die Verteilung der Min_{Rk} MW-Werte in Tafel 10 Fig. 1i), um dann . . .

August–September: zu einem zweiten Hauptgipfel erneut aufzusteigen. Dieser Spätsommergipfel wird zum größten Teil von den zweithöchsten Maxima (Max_{R2} MW), der Frühjahrgipfel dagegen meist von den Max_{R1} MW dargestellt. In den Monaten August und September zusammen treten 40%, in den Monaten Juli bis Oktober 60% aller möglichen Max_{R2} MW-Werte auf (Tafel 10 Fig. 1d).

Oktober–Dezember: Im allgemeinen ist die fallende Tendenz nach dem Sommermaximum vorherrschend (Tafel 10 Fig. 1l). Nicht selten aber wird sie durch ein kleines Maximum nochmals aufgehalten (vgl. Tafel 10 Fig. 1a mit Fig. 1b und 1d).

Der Tegernsee zeigt – wie oben beschrieben – einen scharf ausgeprägten Jahresgang: Der Tiefpunkt des Wasserstandes wird im Februar erreicht. Ein steiler Aufstieg führt zum Frühjahrsmaximum, das oft den höchsten Jahresstand darstellt; dann folgt meist ein rascher Abfall und im Spätsommer ein zweiter Hauptgipfel. Der Jahresgang ist als zweigipflig zu bezeichnen oder als drei- bis viergipflig, wenn die häufig auftretenden kleinen winterlichen Nebenmaxima berücksichtigt werden (vgl. Tafel 16). Eine Auszählung der nach den Beobachtungswerten erstellten Jahresganglinien nach der Anzahl der Gipfel ergab aus der 87-jährigen Reihe am Tegernsee 25% zwei-, 40% drei- und 30% viergipflige Jahreskurven. Das wirklich charakteristische Merkmal für den Tegernsee sind aber die beiden im Früh- und im Spätsommer auftretenden kräftigen Maxima des Wasserstandes (s. Tafel 16).

7. Schliersee

Über diesen See gestatten die Häufigkeitsdiagramme (Tafel 9 Fig. 3) folgende typische Züge im Gang der jährlichen Wasserstandsschwankungen zu erkennen:

Januar: Charakteristisch für diesen Monat ist, daß er keine größten Maxima beherbergt und nur wenige (10% der Fälle) tiefste Minima (Min_{R1} MW) enthält. Aber er weist je $\frac{1}{4}$ der möglichen Wasserstände an kleinen Maxima, kleinen Minima, Werten mit steigender Tendenz und solchen mit fallender Tendenz auf. Es sind also alle Kurvenwerte – bis auf die oben erwähnte Ausnahme – ohne besondere Bevorzugung vertreten.

Februar: Im Februar finden sich in 50% aller Jahre Minima (Tafel 9 Fig. 3e), von denen etwa 30% die tiefsten Minima (Min_{R1} MW) des ganzen Jahres darstellen (Tafel 9 Fig. 3g), während der Rest zweitniedrigste (Min_{R2} MW) bedeutet (s. Tafel 9 Fig. 3i). Dazu ist die steigende Tendenz (Fig. 3l), die schon auf den Aprilgipfel hinweist, mit 25% der möglichen Fälle vertreten. Im Februar haben wir die größte Häufigkeit der niedrigen und tiefsten Monatsmittelwasserstände des Jahres und damit den tiefsten Punkt der Jahresganglinie erreicht.

März: Das Februarminimum verlagert sich in wenigen Jahren (etwa 20% der Fälle) nach März, so daß hier die Minima gegenüber den Maxima vorherrschen, aber sonst regiert die steigende Tendenz mit 60% aller Jahre in diesem Monat. In keiner Jahreszeit

sind bestimmte Werte der Ganglinie so dominierend wie in den Monaten Februar bis Mai (vgl. Tafel 9 Fig. 3a, b, e, g, k und l).

April: Wie der Februar nur leicht, der März aber ganz bestimmt durch den Richtungssinn auf einen kommenden Gipfel hindeuten, so trifft dieses Maximum im April ein (Fig. 3a, 3b). Über 65% aller entsprechenden Monatsmittel sind Maxima, von denen $\frac{1}{3}$ höchste Jahresmaxima (Max_{R1}MW) und ein weiteres Drittel zweithöchste Maxima (Max_{R2}MW) darstellen. Dieser Monat bringt entsprechend den vielen Höchstwerten gewöhnlich auch das Hauptmaximum des Jahres oder wenigstens das zweithöchste Maximum.

Mai: Der Unterschied zwischen diesem Monat und dem vorhergehenden in der Höhe des mittleren Wasserstandes ist nur gering. Aber er äußert sich im Erscheinen von höchstgelegenen Minima (Min_{R4}MW) – 25% aller derartigen Minima fallen auf den Mai – und in einer vorwiegend fallenden Tendenz des Wasserstandes (Tafel 9 Fig. 3m). Nach Tafel 9 Fig. 3e und 3m liegen 80% aller Maimonatsmittel tiefer als die des Vormonats.

Juni–September: Von Juni bis September finden wir am Schliersee zu je 25% aller Jahre Maxima (vgl. Tafel 9 Fig. 3a) und ebensoviele Minima (Fig. 3e). In die übrigen Prozent der möglichen Fälle teilen sich Monate mit steigender (Fig. 3l) und fallender (Fig. 3m) Tendenz. Wie aber aus einem Vergleich der Gesamtzahl aller Maxima (Tafel 9 Fig. 3a) mit der Verteilung der höchsten (Max_{R1}MW) und zweithöchsten (Max_{R2}MW) Maxima hervorgeht, sind die auftretenden Maxima in dieser Zeit das Charakteristische, denn sie bilden den zweiten Gipfel in der Jahresganglinie. Eine Auszählung der reellen Jahreskurven ergab, daß 60% der 39 Ganglinien des Schliersees zweigipflig, 25% dreigipflig und 15% viergipflig sind. Der zweite Jahresgipfel fällt nach Tafel 9 Fig. 3b und 3d vorzugsweise in die zweite Jahreshälfte und wird mit 60% der möglichen Fälle von den Max_{R1}MW -Werten dargestellt. Während das Frühjahrsmaximum einen engbegrenzten zeitlichen Spielraum besitzt (s. oben), tritt der zweite, meist höhere Jahresgipfel innerhalb einer zeitlichen Schwankungsbreite von drei oder noch mehr Monaten auf.

Oktober–Dezember: Zum Teil schon im September, besonders aber in den Wintermonaten Oktober und November herrschen fallende Wasserstände (mit 50% aller Jahre) vor (Tafel 9 Fig. 3m), bis im Dezember etwa der Zustand des Januar erreicht ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Tiefststände bestimmen die Wintermonate Dezember, Januar und besonders Februar. Im März finden wir einen steilen Anstieg zum Aprilgipfel, der dann im Sommer/Spätsommer durch ein zweites Maximum noch überragt wird. Die Monate Oktober und November stellen durch ihre fallenden Wasserstände den Anschluß an den Winterjahresgang wieder her. Während die Gipfel in kurzer Zeit erreicht werden, ist das Fallen der Stände auf einen größeren Zeitraum ausgedehnt.

Als typischer Jahresgang ergibt sich somit vorherrschend (60% der beobachteten Jahre) eine zweigipflige Kurve, doch darf die Neigung zur Ausbildung eines öfter auftretenden Januarmaximums (vgl. Tafel 9 Fig. 3a mit Fig. 3b und 3d) nicht übersehen werden. Tatsächlich treten zu 25% dreigipflige Jahreskurven auf (s. Tafel 16).

8. Ammersee

Tafel 10 Fig. 2 bringt das Ergebnis der statistischen Auswertung der jährlichen Wasserstandskurven des Ammersees.

Der Ammersee hat wohl einen kräftig ausgebildeten Jahresgang, doch die zeitlichen Schwankungsbreiten bestimmter Kurvenpunkte sind bei ihm besonders groß, so daß sich kaum ein Kurvenwert auf eine kurze Zeitspanne festlegen läßt.

Winter: Im Winter (November bis März mit 15% der Fälle je Monat) herrschen die tiefsten Wasserstände (NMW und Min_{R1} MW, vgl. Tafel 10 Fig. 2f), wenn auch ein kleines relatives Maximum vor allem zu Anfang des Jahres häufig auftritt (Tafel 10 Fig. 2a).

März–Mai: Seit März gewinnen die Monate mit steigender Tendenz (35% aller Jahre) mehr an Einfluß (Tafel 10 Fig. 2k), und im Mai treten auch schon einzelne Hochwasser (bes. Max_{R1} MW) auf, die aber dann im . . .

Juni mit 35% der möglichen Fälle die größte Häufigkeit in einem Monat erreichen Max_{R1} MW und Max_{R2} MW, Fig. 2b und 2d). Fast die Hälfte aller höchsten Maxima der einzelnen Jahre findet sich in den beiden Monaten Juni und Juli (Tafel 10 Fig. 2b).

Juli: Im Juli ist das höchste Maximum (Max_{R1} MW) mit der größten Häufigkeit (fast 25% der möglichen Fälle) unter den Extremen vertreten. Die zunehmende fallende Tendenz (vgl. Tafel 10 Fig. 2l) gegenüber den vorhergehenden Monaten und die größte Schärung der höchsten Minima (Min_{R4} MW, Fig. 2i) (absolut gesehen sind diese 15% der gesamten Min_{R4} MW-Werte sehr gering) scheinen den Abfall der Jahreskurve vom ersten Jahreshöhepunkt (Frühsommermaximum) anzudeuten.

August: Eine relativ hohe Zahl (25% aller Jahre) von zweithöchsten Monatsmitteln (H_2 MW; hier nicht identisch mit zweithöchsten Maxima, Max_{R2} MW! vgl. Tafel 10 Fig. 2c und 2d) mit fast 50% der möglichen Werte mit fallender Tendenz (Tafel 10 Fig. 2l) bestätigen auch für August die Neigung des Ammersees, vorzugsweise fallenden Wasserstand aufzuzeigen.

September: $\frac{1}{5}$ aller höchsten Jahresmaxima (Max_{R1} MW) fällt auf den September (Tafel 10 Fig. 2b). Größer dagegen – fast $\frac{1}{3}$ an möglichen Maxima – ist die Gesamtzahl der relativen Maxima in diesem Monat. Im September und Oktober ist auf Grund der Häufigkeitsverteilung bei den Verlaufskurven ein zweiter Jahreshöhepunkt in den Wasserstandsganglinien zu erwarten.

Herbst: Besonders im Oktober und November (je 50% der möglichen Fälle) zeigt die häufig auftretende fallende Tendenz den steten Abstieg der Ganglinien von dem zweiten Jahresmaximum. Im November kann der Jahreskreislauf der Niveauveränderungen des Ammersees durch das Erreichen der tiefsten Pegelwerte zum Teil schon geschlossen werden (vgl. Tafel 10 Fig. 2f und 2g).

Wie aus den Diagrammen in Tafel 10 Fig. 2 zu erkennen ist, zeigt der Ammersee eine besonders große „Streuung“ bestimmter Kurvenpunkte in der 44-jährigen Beobachtungsreihe über die zwölf Monate des Jahres. Die reellen Ganglinien der Jahresschwankungen zeigen aber zwei Jahreskurven, die am Ammersee am meisten vertreten und daher auch

typisch für diesen See sind. Zwei ausgeprägte Hauptjahresmaxima – gelegentlich durch ein kleines Nebenmaximum ergänzt – charakterisieren die eine typische Jahreskurve (vgl. Tafel 16), ein überragender Jahresgipfel, in der Zeit zwischen den sonst üblichen zwei Hauptmaxima, mit zwei oder drei unbedeutenden Nebenmaxima, die andere typische Jahresganglinie (vgl. Tafel 16).

9. Kochelsee

Wie schon erwähnt, wird der Kochelsee seit der Errichtung des Walchenseekraftwerkes (erste Anfänge 1922) durch den Überlaufkanal und die Schleusen in seinem natürlichen Wasserhaushalt beeinflusst. Um den Grad des Eingriffes in bezug auf die Wasserstandsschwankungen zu bestimmen, sollen die beiden Zeitabschnitte 1869–1921 und 1922–1950 gegenübergestellt werden.

aa) Der Kochelsee von 1869–1921 (vgl. dazu Tafel 11 Fig. 1)

Januar: Im Januar herrschen die fallende Tendenz und eine große Zahl von relativen Maxima, die weder größte (Max_{R1}MW) noch zweithöchste Maxima (Max_{R2}MW) sind, vor (Tafel 11 Fig. 1a). Der Rest der beobachteten Jahre enthält eine geringe Anzahl tiefster (Min_{R1}MW) und zweittiefster Minima (Min_{R2}MW), die – nach Tafel 11 Fig. 1 zu schließen – eigentlich dem Februar zukommen sollten.

Februar: Da wir nur einen geringen Prozentsatz an Monaten mit steigender oder fallender Tendenz finden, muß hier ein Umkehrwert im Kurvenverlauf vorherrschen. Im Februar ist das tiefste Minimum zu 40% der beobachteten Jahre des Wasserstandsganges erreicht. Die restlichen Min_{R1}MW -Werte kommen ohne besondere Bevorzugung anderen Wintermonaten zugute. Fast $\frac{3}{4}$ aller tiefsten Minima fallen auf die Monate Januar, Februar und März (vgl. Tafel 11 Fig. 1g).

März–April: März und April sind überwiegend (70 bzw. 80% aller Jahre) der steigenden Tendenz vorbehalten (Tafel 11 Fig. 1l). Alle anderen Kurvenwerte bleiben zurück.

Mai: Im Mai treten die ersten höchsten Jahresspitzen (Max_{R1}MW) und eine geringe Anzahl von Max_{R2}MW -Werten auf; sonst besteht immer noch die Tendenz des Aufstieges zum Jahresmaximum.

Juni–August: Juni, Juli und August beherbergen mit zusammen 75% die meisten höchsten Maxima (Max_{R1}MW). Doch wie besonders aus Tafel 11 Fig. 1k und 1d hervorgeht, finden wir meist zwei Gipfel in der Zeit zwischen Mai und September, die durch ein höchstes Minimum (Min_{Rk}MW) voneinander getrennt sind. Wenn das zweithöchste Maximum (Max_{R2}MW) in keinem dieser Monate mit mehr als 20% auftritt, so liegt der Grund in der zeitlichen Schwankungsbreite dieses Extrems. Von Mai bis September treffen aber über 55% aller Max_{R2}MW -Werte und alle höchsten Maxima (Max_{R1}MW) ein. Die zeitliche Schwankungsbreite des zweithöchsten Gipfels (Max_{R2}MW) ist somit erheblich größer als die des höchsten Maximums (Max_{R1}MW).

September–November: Schon seit August ist die fallende Tendenz reichlich vertreten, bis sie dann besonders im Oktober überwiegt (60% der möglichen Fälle).

Dezember: Im großen und ganzen herrscht ein Abfall zum Februarminimum vor, doch macht sich auch eine Anzahl kleiner relativer Maxima bemerkbar, ähnlich denen vom Januar (vgl. Tafel 11 Fig. 1e).

Als typisch für den Kochelsee (1869–1921) ist ein zwei- bis dreigipfliger Gang mit dem Jahrestiefststand im Februar, oft mit einem kleinen Maximum um die Jahreswende und mit den beiden höchsten Gipfeln im Sommer (besonders Juni und August) zu bezeichnen; ab September herrscht fallender Wasserstand, bis der Kreislauf geschlossen ist (vgl. Tafel 16). Eine Auszählung der reellen Jahreskurven (nach Monatsmittelwerten erstellt!) ergab für die Zeit von 1869–1921 17 (= 35%) zweigipflige, 24 (= 45%) dreigipflige und 8 (= 15%) viergipflige Jahresganglinien. Bei mindestens 75% aller Jahre sind jedoch die beiden höchsten Maxima (Max_{R1}MW und Max_{R2}MW) besonders stark ausgeprägt und somit auch bestimmend für den Jahresgang. Weitere Gipfel müssen daher als reine Nebenmaxima in der Jahreskurve aufgefaßt werden.

bb) Der Kochelsee von 1922–1950

Wie aus Tafel 11 Fig. 1 (punktierte Linien) zu ersehen ist, kann der Einfluß in bezug auf den Richtungssinn der Wasserstandsschwankungen vom Kraftwerk her nicht sehr groß sein. Bei der Betrachtung der reellen jährlichen Ganglinien zeigt sich, daß die Niveauveränderungen seit 1922 einen bestimmteren Verlauf besitzen als zuvor; die zeitlichen Schwankungsbreiten entsprechender Kurvenpunkte erscheinen geringer, und der zweigipflige Gang scheint besser ausgeprägt.

Auf eine genauere Kennzeichnung des Ablaufs der jährlichen Seespiegelschwankungen des Kochelsees von 1922–1950 soll wegen der kurzen, nur 29-jährigen Beobachtungszeit verzichtet werden.

10. Chiemsee

Besonders gut lassen sich aus den Häufigkeitsdiagrammen der Tafel 11 Fig. 2 typische Merkmale der Jahresschwankungen des Chiemsees erkennen.

Januar–Februar: Zu fast 70% aller möglichen Fälle finden sich die tiefsten Jahresminima (Min_{R1}MW) in den beiden Monaten Januar und Februar (vgl. Tafel 11 Fig. 2g). Wie sehr der Wendepunkt im Gang der Wasserstandsschwankungen auf diese Monate konzentriert ist, zeigen die Diagramme Fig. 2l und Fig. 2m (Tafel 11): Dem Januar kommen in etwa 30% der Beobachtungsjahre Monate mit fallender Tendenz zu, während im Februar 30% aller Jahre steigende Tendenz zeigen.

März–April: Diese steigende Tendenz im Februar deutet schon an, daß wir im Frühjahr ein ausgeprägtes Maximum zu erwarten haben. (Es fällt vorzugsweise auf den Mai.) In den meisten Jahren (zu 80 bzw. 70%) ist daher im März und April steigender Wasserstand zu verzeichnen (Tafel 11 Fig. 2l).

Mai: In keinem anderen Monat ist die Häufung von Maxima so groß (über 50% der möglichen Fälle) wie im Mai (Tafel 11 Fig. 2b). Dabei beträgt der Anteil der höchsten Maxima (Max_{R1}MW) 40%, und den Rest stellen Max_{R2}MW -Werte. Somit kann das Früh-

jahrshochwasser in den meisten Jahren als höchste Spitze der Ganglinien des Chiemsees angesprochen werden, zumal wenn die Monate April, Mai und Juni mit betrachtet werden. Sie umfassen in 65% aller Beobachtungsjahre den höchsten Gipfel.

Juni–September: Wie Fig. 2b und 2d (Tafel 11) darstellen, sind hohe Maxima bis September möglich. Doch diese Extreme des Spätsommers bilden einen zweiten Gipfel in der Wasserstandskurve, was ganz besonders das Diagramm Fig. 2k (Tafel 11) zum Ausdruck bringt. Die beiden höchsten Maxima treten aber nicht willkürlich in der warmen Jahreszeit auf, sondern sie bevorzugen das Frühjahr und den Spätsommer. Das läßt sich aus Fig. 2a und 2d (Tafel 11) erkennen. Außerdem zeigen höchste Minima (Min_{Rk}MW) durch ihr bevorzugtes Auftreten im Sommer (Tafel 11 Fig. 2k) ebenfalls die zeitliche Teilung in der Scharung der beiden höchsten Maxima. Wenn keiner dieser Monate mit mehr als 25% aller Fälle Min_{Rk}MW -Werte in sich vereinigen kann, so liegt das an der zeitlichen Schwankungsbreite besonders der im Spätsommer auftretenden Max_{R1}MW -Werte (Tafel 11 Fig. 2b). Im allgemeinen sind diese höchsten Maxima (Max_{R1}MW) jedoch dem Frühjahr vorbehalten (s. oben). Eine Bestätigung findet diese Aussage auch darin, daß mit Juni die fallende Tendenz (Tafel 11 Fig. 2m) mehr und mehr an Einfluß gewinnt (eben der Abstieg vom höchsten Gipfel, Max_{R1}MW) bis . . .

Oktober–Dezember: sie schließlich im letzten Quartal des Jahres die völlige Oberhand über alle anderen Kurvenwerte erlangt.

Keiner der oberbayerischen Seen vermag einen derart prägnant ausgebildeten zweigipfligen Gang vorzuweisen wie der Chiemsee (Tafel 16 u. Tafel 20). 65% der 67-jährigen Beobachtungsreihe zeigen in den reellen Ganglinien ausschließlich zwei Jahresgipfel, 35% mehr als zwei Gipfel, doch auch so, daß die beiden Hauptmaxima (Max_{R1}MW und Max_{R2}MW) meist deutlich hervortreten. Mit 90% Sicherheit tritt das Frühjahrsmaximum von April bis Juni – aber besonders im Mai – auf. Das zweite Hochwasser ist dann nach 1–3 Monaten zu erwarten (Juli bis September). Ähnlich scharf zeichnet sich der Jahrestiefststand im Januar und Februar ab.

11. Eibsee

Tafel 10 Fig. 3 zeigt die Häufigkeitsverteilung jener oben (Kap. II, A, a) besprochenen Kurvenwerte für den Eibsee. Danach ergibt sich folgender Jahresgang für diesen Hochalpensee (vgl. auch Tafel 21):

Januar–Februar: In beiden Monaten weist der Wasserstand zu je 85% der Fälle über die 37-jährige Beobachtungsreihe eine fallende Tendenz auf (Tafel 10 Fig. 3h), um in einem der nächsten Monate seinen tiefsten Jahresstand zu erreichen (wie N_2MW , Tafel 10 Fig. 3f, in diesem Falle andeutet).

März–April: Fast ausschließlich (über 90% der Beobachtungsjahre) sind die Tiefststände ($\text{NMW} = \text{Min}_{R1}\text{MW}$) des Eibsees auf März und April beschränkt (Fig. 3e).

Mai–Juli: Nur wenn sich das Minimum im März einstellt (50% der Fälle), beginnt der See schon im April seinen Aufstieg zum höchsten Jahresstand, den er ganz selten vor

August erreicht, denn bis Juli steigt der Wasserstand regelmäßig Jahr für Jahr (zu 95% aller Jahre im Mai, zu 80% im Juli; Tafel 10 Fig. 3g).

August–September: Ähnlich der Häufung der Minima in zwei Monaten treten auch die höchsten Monatsmittel (Max_{R1}MW) mit zusammen 75% der Fälle in den beiden Sommermonaten August und September auf (vgl. Tafel 10 Fig. 3b). Nur vereinzelt verschiebt sich das Maximum auf Juli (8% der Jahre) oder Oktober (15%). Die zweithöchsten Monatsmittel (H_2MW) wie auch die zweitniedrigsten (N_2MW), die in unmittelbarer Nachbarschaft zu den entsprechenden Extremen auftreten, beweisen eigentlich nur, daß ein relativ hoher bzw. niedriger Wasserstand mit geringen Schwankungen über zwei Monate hinaus währen kann; d. h. wir haben eine im wesentlichen eingipflige Jahresganglinie am Eibsee zu erwarten.

Oktober–Dezember: Selten verspätet sich das Jahresmaximum bis Oktober (15% der Fälle), so daß der Wasserspiegel erst im November zu sinken beginnt. Häufiger dagegen ist dem See schon seit September (40% der Beobachtungsjahre) eine fallende Tendenz eigen, bis diese dann im Oktober, November und Dezember mit je über 80% der möglichen Fälle vollkommen überwiegt (Tafel 10 Fig. 3h).

Aus dieser Charakterisierung der einzelnen Monate läßt sich über den Jahresgang des Eibsees folgendes sagen: Der Eibsee hat seine tiefsten Werte im März und April, steigt dann zu seinem Spätsommermaximum, um über alle Wintermonate wieder zu fallen. Somit benötigt der See etwa 4 Monate zum Aufstieg, während er 5–6 Monate fallenden Wasserstand zeigt.

Wie beim Vergleich der Fig. 3a mit Fig. 3b (Tafel 10) zu ersehen ist, wird die Gesamtzahl der Maxima bereits fast ganz von den höchsten Jahresmaxima (Max_{R1}MW) gestellt, d. h. der Jahresgang des Eibsees weist nur eine Spitze auf – er ist eingipflig (s. Tafel 16). Nur in 10 von 37 Jahren (= 25%; d. i. für den Eibsee, dessen Kurvenwerte im allgemeinen mit 70–80% der möglichen Fälle repräsentativ sind, sehr wenig) bildet sich ein unbedeutendes Nebenmaximum aus. Den im wesentlichen eingipfligen Gangtypus vermag es nicht zu verändern (vgl. Tafel 21). Daher scheiden die Werte Max_{R2}MW und Min_{R2}MW sowie Min_{R4}MW als typische Merkmale für den Eibsee aus.

c) VERGLEICH DER JAHRESGÄNGE ALLER OBERBAYERISCHEN SEEN

Bei der Analyse des Jahresganges der Wasserstandsschwankungen an den oberbayerischen Seen zeigt sich, daß jeder See einen eigenen – wenn auch nur z. T. einen natürlichen – Wasserhaushalt aufzuweisen hat. Doch es gibt Gemeinsames, das allen oder zumindest einigen Seen eigen ist. Dieses Gemeinsame wie aber auch das Unterschiedliche im Jahresgang der Wasserstandsschwankungen vergleichend darzustellen, soll die Aufgabe der folgenden Ausführungen sein.

Alle Seen zeigen zum mindesten Andeutungen eines „Jahresganges des Wasserstandes“, d. h. bestimmte Kurvenwerte der reellen Jahresganglinien treten zu einem erheblichen Prozentsatz im gleichen Monat oder doch in der gleichen Jahreszeit auf. Je nachdem, ob die

zeitliche Schwankungsbreite für den wiederkehrenden Kurvenpunkt enger oder weiter gefaßt ist, werden sich auch die einzelnen Jahresgänge mehr oder weniger ähneln.

Um nun – trotz verschieden weit zurückreichender Wasserstandsmessungen an den einzelnen Seen – Vergleiche zu ermöglichen, werden Aussagen über die Häufigkeitsverteilung entsprechender Kurvenwerte in „Teilen von Hundert“ – bezogen auf die Beobachtungsreihe der einzelnen Seen – gegeben. Gleichlange Beobachtungszeiten als Grundlage für derartige Vergleiche herzunehmen, erscheint nicht unbedingt notwendig, da die Beobachtungsdauer an den Seen im allgemeinen über 30 Jahre beträgt, so daß auch bei länger währenden Pegelbeobachtungen keine wesentlich anderen Ergebnisse zu erwarten sind. In dieser Richtung mit den Werten des Kochelsees angestellte Nachprüfungen lassen dies erkennen.

Um Gemeinsamkeiten bzw. Ähnlichkeiten des Jahresganges des Wasserstandes unserer Seen besser überschauen zu können, wurden Diagramme der zeitlichen Verteilung der Jahresminima, der Frühjahrs- und der Herbstmaxima des Wasserstandes nach Prozents der Häufigkeit in bezug auf die jeweilige Beobachtungsreihe gezeichnet (s. Tafel 12).

Wir fassen zunächst den Jahrestiefststand ($\text{Min}_{R1} \text{MW}$) ins Auge (vgl. Tafel 12). Wie die Darstellung auf Tafel 12 zeigt, sind alle vorkommenden tiefsten Minima ($\text{Min}_{R1} \text{MW}$) bei den oberbayerischen Seen mit Ausnahme der des Waginger Sees in einem einzigen aus zusammenhängenden Monaten bestehenden Zeitraum vereinigt. Während der Eibsee rd. 90% der Gesamtzahl aller dieser Minima ($\text{Min}_{R1} \text{MW}$) in nur zwei Monaten (März und April) umschließt, verteilen sich beim Staffelsee die tiefsten relativen Minima auf acht aneinandergrenzende Monate des Jahres. Die zeitlichen Schwankungsbreiten der anderen Seen liegen zwischen jenen oben genannten Werten.

Die Jahreszeit, in der die tiefsten Wasserstände (NMW und $\text{Min}_{R1} \text{MW}$) erreicht werden, ist das erste und letzte Quartal des Jahres. Nur Eibsee und Walchenseestaubecken greifen bis in den April hinein, und beim Waginger See treten sogar 20% der gesamten $\text{Min}_{R1} \text{MW}$ -Werte im Sommer auf.

Die Monate mit der größten Häufigkeit dieses Extrems dagegen liegen – wieder mit Ausnahme des Waginger Sees – durchweg zu Anfang des Jahres (vgl. Tafel 12). Eine besonders große Konzentration auf den kurzen Zeitraum von zwei Monaten zeigen Eibsee (90% aller Fälle), Walchenseestaubecken (70%), Chiemsee (70%), Kochelsee (60%), Tegernsee (60%), Walchensee (50%), Schliersee (50%) und Würmsee (50%), dann folgen Ammersee (30%), Staffelsee (30%), Simssee (30%), dazu der Waginger See (40%).

Selten kehrte dagegen bei den Häufigkeitsdiagrammen (Tafel 8–11) das zweitniedrigste Minimum ($\text{Min}_{R2} \text{MW}$) in gleicher zeitlicher Stellung wieder. Als Merkmal bestimmter Typen von Jahresganglinien kann es daher nicht verwendet werden.

Anders steht es dagegen mit den beiden Maxima, die den ersten und den zweiten Hauptgipfel in den Jahresganglinien darstellen. Wie wir feststellen konnten (Kap. II, A, b, 1–11), treten außer am Eibsee bei allen oberbayerischen Seen mindestens zwei Gipfel, von denen einer besonders im Frühjahr und ein anderer bevorzugt im Herbst erscheint, in den Jahreskurven auf. Diese beiden Gipfel sind an allen Seen – bis auf den Eibsee und das Walchenseestaubecken – angedeutet und teilweise sogar stark ausgeprägt. Das erste Hauptjahresmaximum soll entsprechend seiner größten Häufigkeit im Frühjahr (vgl. Tafel 12) im folgenden als Frühjahrsmaximum, -gipfel oder -hochwasser, das zweite analog als Herbst-

maximum, -gipfel oder -hochwasser (vgl. Tafel 12) angesprochen werden, obgleich diese beiden Extreme zum geringeren Teil auch in den angrenzenden Monaten der eben genannten Jahreszeiten auftreten können.

Für die Bestimmung der zeitlichen Stellung der beiden Gipfel wurde wieder auf die reellen Jahresganglinien der Seen (nach Monatsmittelwerten erstellte Jahreskurven der Pegelstände; vgl. Tafel 19 für den Staffelsee, Tafel 20 für den Chiemsee und Tafel 21 für den Eibsee) zurückgegriffen. Bei den Jahresganglinien, die nur zwei Maxima aufzuweisen haben, entsprechen die beiden Gipfel den Max_{R1}MW - und Max_{R2}MW -Werten. Schwieriger gestaltet sich die Bestimmung des Frühjahrs- und Herbstgipfels bei drei- und mehrgipfligen Jahreskurven, wie sie besonders in der Gruppe der reinen Vorlandseen vorkommen. Zufallsschwankungen, d. h. nicht dem allgemeinen Jahresrhythmus entsprechende Schwankungen, können hier höher ausfallen als jene typischen jahreszeitlich gebundenen Maxima. Bei denjenigen Seen, die überhaupt nur geringe Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Monatsmittelwerten zeigen (s. später, Kap. II, B, 1–11), sind solche Zufallsschwankungen besonders leicht möglich. In solchen Fällen ist das Kriterium der absoluten Höhe der Maxima für das Erkennen der beiden typischen Jahresgipfel nicht ohne weiteres zwingend. Gleichwohl bleibt nichts anderes übrig, als auch in diesen Fällen für die statistische Auswertung das höchste Frühjahrsmaximum einerseits und das höchste Herbstmaximum andererseits der Zählung zugrunde zu legen.

Beträgt die zeitliche Schwankungsbreite für das Eintreten der Jahrestiefststände (Min_{R1}MW) 2 bis 8 Monate, so umfaßt sie hier beim Frühjahrs-gipfel des Wasserstandes einen Zeitraum von nur 3 bis 6 Monaten. Wieder fällt der Waginger See aus der „allgemeinen Ordnung“. Bei ihm liegt der erste Gipfel in 80% der Fälle schon zwischen Februar und April, d. h. dann, wenn die meisten anderen Seen ihren tiefsten Stand aufweisen. Dafür scharen sich bei ihm Minima (Min_{R1}MW , s. Tafel 12) im Juni, also zu einer Zeit, da manche andere Seen nicht selten ihr Frühjahrsmaximum erreichen.

Wenn wir beim Eibsee keine Frühjahrsmaxima vorfinden, so ist das bei den eingipfligen Jahresganglinien dieses Hochalpen-sees nicht weiter verwunderlich. Beim Walchenseestaubecken ist jedoch ebenfalls kein Frühjahrsmaximum zu verzeichnen, obgleich wir wissen (Kap. II, A, b, 5 bb), daß er zu 75% aller Jahre zwei Maxima in den Jahreskurven ausbildet. Diese beiden Gipfel liegen aber – wie früher erwähnt – gemeinsam in der zweiten Jahreshälfte und entsprechen somit nicht der sonst üblichen Unterscheidung der beiden Gipfel in ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum.

Auf Grund des Bildes von Tafel 12 läßt sich sagen, die ersten Jahreshochwasser herrschen vorzugsweise von April bis Juni, also im Frühjahr–Frühsommer. Wieder fallen die Vorlandseen (Staffelsee, Würmsee und Simssee) durch ihre geringen Prozentzahlen an Häufigkeitswerten in einem kurzen Zeitraum auf, d. h. die zeitliche Schwankungsbreite des ersten Jahresgipfels ist bei diesen Seen größer als bei allen anderen oberbayerischen Seen.

Das zweite Jahresmaximum des Wasserstandes zeigt eine ähnliche Schwankungsbreite wie das des Frühjahrs (vgl. Tafel 12) und verteilt sich auf die Monate Juli bis Oktober, also auf den Herbst. Nur Staffelsee, Würmsee, Simssee und Waginger See greifen etwas über diesen Zeitraum hinaus. Hier tritt die Verteilung der Maxima der Eibseekurven – mit einer besonders großen Konzentration auf nur drei Monate – eindringlich hervor. Die Gipfel der Wasserstandskurven des Eibsees sind daher als reine Herbsthochwasser anzusprechen.

Ähnlich verhält es sich beim Walchenseestaubecken. Von den beiden im Herbst auftretenden Maxima ist nur der Max_{R1}MW -Wert für den Jahresgang bestimmend, während das öfter auftretende zweithöchste Maximum, Max_{R2}MW , als Nebenmaximum aufzufassen ist. Den bei allen oberbayerischen Seen erscheinenden Herbstgipfeln entspricht somit am Walchenseestaubecken das höchste Maximum (Max_{R1}MW) der jährlichen Wasserstandskurven.

Wir haben gesehen, daß bei allen Seen außer am Eibsee und Walchenseestaubecken ein Frühjahrs- und ein Herbstgipfel zum Ausdruck kommen, und wollen jetzt die Frage aufwerfen, ob sich diese beiden Maxima in der Höhe voneinander unterscheiden.

Die Auszählung der beiden Hauptgipfel der einzelnen Jahreskurven zur Feststellung dessen, welcher von den zweien das absolut höhere Monatsmittel bildet, läßt die oberbayerischen Seen nach zwei Gruppen unterscheiden. Bei der ersten überragt das Frühjahrsmaximum mit über der Hälfte der möglichen Fälle den Herbstgipfel an Höhe. Zu ihr gehören Tegernsee 78 : 22,¹ Chiemsee 60 : 40, Walchensee 60 : 30 : 10,² Ammersee 56 : 34 : 10 und Kochelsee (1869–1921) 50 : 35 : 15. Die zweite Seengruppe stellt im Herbst die größte Häufigkeit der höheren Gipfel und umfaßt den Würmsee 22 : 75, Schliersee 37 : 58 : 5, Simssee 35 : 57 : 7 und den Staffelsee 40 : 55 : 5. Nur beim Waginger See ist keines der beiden jahreszeitlichen Maxima durch größere Höhe über die gesamte Beobachtungszeit bevorzugt, zur einen Hälfte sind die Frühjahrgipfel höher, zur anderen die Herbstmaxima.

Auf Grund der verschieden (bzw. ähnlich) angeordneten Extremwerte und Richtungsverhältnisse der Wasserstandsganglinien lassen sich die oberbayerischen Seen – wie aus den bisherigen Untersuchungen hervorgeht – in folgende Gruppen gliedern (vgl. dazu Tafel 16):

1. Eibsee und Walchenseestaubecken weisen nur einen ausgeprägten Jahresgipfel, ein Herbstmaximum, auf. Die tiefsten Werte werden besonders im März und April erreicht.
2. Die Wasserstandsschwankungen des Walchensees (1869–1923), Tegernsees, z. T. auch des Schliersees, des Ammersees, Kochelsees und des Chiemsees bewegen sich bevorzugt in einer zweigipfligen Jahresganglinie mit einem ausgeprägten Frühjahrs- und Herbstmaximum. Mit Ausnahme des Schliersees sind bei dieser Gruppe die Frühjahrgipfel zum erheblichen Teile höher als die Herbstmaxima. Beim Ammersee sind in nicht wenigen Jahren die Herbstmaxima verhältnismäßig schwach ausgebildet, so daß fast der Eindruck eines eingipfligen Jahresganges entsteht. Das Jahresminimum erreichen diese Seen im Winter, besonders aber im Januar und Februar.
3. Ein sehr unterschiedlich ausgebildeter zwei- bis viergipfliger Jahresgang herrscht beim Staffelsee, z. T. auch beim Würmsee, beim Simssee und beim Waginger See vor.

Bei einem Vergleich der nach geographischen Gesichtspunkten gegliederten Seen mit den nach dem Charakter der Jahresganglinien des Wasserstandes aufgestellten Gruppen treten gemeinsame Züge beider Gruppenbildungen deutlich hervor. Der einzige Hoch-

¹ Die erste Zahl nach dem Seennamen gibt an, mit wieviel Prozent Häufigkeit in der entsprechenden Beobachtungsreihe das Frühjahrsmaximum höher ist als der Herbstgipfel, die zweite Zahl dagegen, mit wieviel Prozent Häufigkeit das Herbstmaximum höhere Werte zeigt als der Frühjahrgipfel.

² Die dritte Zahl nennt hier den Prozentsatz der Jahre, die nur einen überragenden Gipfel in der Zeit der sonst üblichen zwei aufweisen (entstanden aus einer Vereinigung der beiden Hauptjahresmaxima).

alpensee, der Eibsee, zeigt auch einen zu allen anderen Seen unterschiedlichen Jahresgang. Das Walchenseestaubecken entspricht im Ablauf der Wasserstandsschwankungen ungefähr dem des Hochalpensees. Die Seen der Voralpen zeigen ähnliche Jahreskurven wie die Seen, die durch ein großes, gemischtes Einzugsgebiet charakterisiert sind. Wieder einen eigenen Jahresgang besitzen die reinen Vorlandseen.

B. DIE AMPLITUDEN DES JAHRESGANGES

Die Schwankungshöhen der Wasserstände wurden bisher außer acht gelassen. Es gilt nun, die typischen Amplituden in das Bild der typischen Jahresganglinien aufzunehmen.

Unter Jahresamplitude sei bei diesen Ausführungen der Unterschied des tiefsten Monatsmittelwertes zum höchsten verstanden, wobei das Kalenderjahr wieder die Zeiteinheit darstellt. Um die typische Amplitude zu bestimmen, genügt das arithmetische Mittel aus den einzelnen Jahresamplituden nicht, weil u. U. einzelne ausgesprochene Ausnahmefälle ziemlich stark ins Gewicht fallen würden. Nur die größte Häufigkeit gleicher oder ähnlicher Schwankungshöhen gibt Auskunft über die typische Schwankungshöhe des Wasserstandes. Somit kann die typische Amplitude nicht gut durch einen einzigen Wert gekennzeichnet werden, sondern sie wird am besten durch ein Band bestimmt, innerhalb dessen die Amplitude eben als typisch angesprochen werden kann.

1. Staffelsee

Die typische Amplitude bewegt sich am Staffelsee in einer Breite von 30–50 cm (Tafel 13 Fig. a), während die gesamte Schwankungsbreite 25–70 cm beträgt, d. h. die kleinste Jahresamplitude, die sich in der 43-jährigen Beobachtungszeit einstellte, zählt 25 cm, die größte fast das Dreifache.

2. Würmsee

Sehr unterschiedliche Schwankungshöhen kennzeichnen den Würmsee, nämlich Werte zwischen 10 und 75 cm (Tafel 13 Fig. b). Doch die Schwankungsbreite der typischen Amplitude beträgt nur 25 cm (typ. Amplitude 25–50 cm). Wie sich das verflachte Abflußgefälle nach der Trümmerbeseitigung der 1945 gesprengten Brücke (vgl. Kap. I, B, 2) auf die Amplituden auszuwirken vermag, ist auf Grund der kurzen Beobachtungszeit noch nicht zu sagen.

3. Simssee

Die sehr verschieden großen Amplituden des Simssees (gesamte Schwankungsbreite 30–90 cm; Tafel 13 Fig. c) lassen auf eine große Veränderlichkeit der jährlichen Wasserführung dieses Vorlandsees schließen. Die typischen Amplituden umfassen Werte zwischen 40 und 70 cm.

4. *Waginger See*

Auch die Schwankungshöhen des Waginger Sees sind sehr unterschiedlich (25 bis 85 cm), halten sich aber meist in relativ kleinen Grenzen (Tafel 13 Fig. d). Auf Grund der Häufigkeitsverteilung der Amplitudenwerte läßt sich eine Jahressteighöhe von 30–45 cm als typisch annehmen, wenn sie auch um das Doppelte überschritten werden kann.

5. *Walchensee*

Am natürlichen Walchensee betragen die typischen Amplituden 30–50 cm (Tafel 13 Fig. e). Sie liegen also unter dem Durchschnitt der Steighöhen aller übrigen oberbayerischen Seen. Tafel 13 Fig. e zeigt aber ebenso, in welchem Maße der

Walchensee als Staubecken seinen natürlichen Wasserhaushalt verloren hat. Die Amplituden können 6 m erreichen und haben eine Schwankungsbreite von über 4 m. Die größte Häufigkeit der Amplituden hält sich in einer Breite von etwa 420–520 cm.

6. *Tegernsee*

Am Tegernsee beträgt die größte beobachtete Jahresamplitude etwa 1 m. Doch dieser besonders hohe Wert ist durch die Brückensprengung am Auslauf 1945 und den damit verbundenen Stau des Sees bedingt (Tafel 14 Fig. f). Normalerweise werden Amplituden über 70 cm kaum erreicht, und als typisch kann eine Steighöhe von 35–55 cm angesehen werden.

7. *Schliersee*

Die typische Amplitude des Schliersees erreicht nur geringe Werte (35–45 cm) und umfaßt damit den kleinsten Spielraum (nur 10 cm), der an oberbayerischen Seen bekannt ist (Tafel 14 Fig. g). Die größte Steighöhe des Wasserstandes am Schliersee innerhalb eines Jahres betrug nur 60 cm (bezogen auf Monatsmittelwerte!).

8. *Ammersee*

Verhältnismäßig große und sehr unterschiedliche Amplituden mit einer beträchtlichen Gesamtschwankungsbreite (30–120 cm) finden sich am Ammersee (Tafel 14 Fig. h). Hier scheint sich wieder die schon vor 1910 begonnene Zuflußregulierung auszudrücken. Die alte Ammer mit ihren vielen Schlingen und stark versumpften Ufern konnte Hochwasser und Wasserklemmen ausgleichend beeinflussen, danach aber sollte dieses dem See allein überlassen sein; das Ergebnis sind große und recht unterschiedliche Steighöhen. Die Schwankungsbreite der typischen Amplituden beträgt 40 cm und liegt in einer Höhe zwischen 50 und 90 cm.

9. Kochelsee

Wenn sich der Bereich der typischen Amplituden des Kochelsees (Tafel 14 Fig. i) im Laufe der langjährigen Beobachtungszeit verschoben hat, rührt dies von einer direkten Beeinflussung des enger oder weiter gefaßten Seebereiches her.

Bis zur Absenkung des Kochelsees (1902–1904) nehmen die Amplituden immer mehr zu (von 20–30 auf 65–80 cm) und umfassen danach noch höhere Werte (85–100 cm). Dies ist auf die Regulierung am Zu- und Abfluß – der Loisach – zurückzuführen. Dadurch daß die Wasser den See seit den Regulierungen schneller erreichen und andererseits rascher verlassen können, muß der See mit stärkeren Spiegelschwankungen reagieren. Als die Wasserfläche durch Absenkung des Seespiegels gar noch an Areal verlor (s. Tafel 3 Fig. 4 und Kap. I, B, 9), wurden die Amplituden noch höher und die Hochwasser noch gefährlicher. So ist ein Eingriff in den Wasserhaushalt eines Sees, mag er auch noch so viele Vorteile mit sich bringen, auch stets von negativen Auswirkungen begleitet.

Mit der Inbetriebnahme des Walchenseekraftwerkes werden die Amplituden des Kochelsees wieder kleiner (typische Amplitude 45–70 cm). Wohl wird dem See zusätzlich Wasser zugeführt, doch die Schleusen am Auslauf gestatten eine Regulierung der Wasserstandshöhen, wodurch dem Kochelsee wieder ein Teil seiner im allgemeinen Wasserabfluß ausgleichenden Wirkung zurückgegeben wird.

10. Chiemsee

Am Kochelsee haben wir eine zunehmende Amplitude durch die Seespiegelabsenkung feststellen können (vgl. Kap. II, B, 9 und Tafel 14 Fig. i). Ähnliches zeigt sich am Chiemsee (Tafel 15 Fig. k). Vor der Absenkung des Sees betrug die typische Amplitude 50–70 cm, danach aber 60–95 cm. Während diese Werte vor 1902 nur gering über- oder unterschritten werden konnten, treten jetzt entschieden größere Abweichungen von der „normalen“ Amplitude auf. Die Gesamtschwankungsbreite hat sich von 30–90 cm vor 1902 auf 35–125 cm nach der Absenkung erhöht.

11. Eibsee

Die Wasserstandsschwankungen des Eibsees weisen erhebliche Amplituden auf (Tafel 15 Fig. l). Nur selten beträgt der Unterschied zwischen den beiden stärksten Extremen weniger als 1 m im Jahr, aber auch selten mehr als 2 m. Besonders augenscheinlich ist der starke Gegensatz der jährlichen Schwankungen zueinander. Nur schwer läßt sich die Schwankungsbreite der typischen Amplituden an diesem See bestimmen; sie darf nicht alle Werte erfassen, soll aber doch die größte Häufigkeit umschließen: typische Amplitude 100–200 cm.

In bezug auf die Gangtendenzen war es möglich, die oberbayerischen Seen nach dem Schwankungsverlauf in Gruppen zu gliedern. Auch hinsichtlich der Amplituden lassen sich einige allgemeine Regeln erkennen.

Vom Walchenseestaubecken abgesehen, zeigt der Eibsee die bei weitem größten Amplituden. Das ist schon deswegen verständlich, weil der Eibsee keinen oberflächlichen Abfluß besitzt. Ihm folgen der Kochelsee in der Zeit vor der Inbetriebnahme des Walchenseekraftwerkes, der abgesenkte Chiemsee und der Ammersee. Die höheren Amplituden des Kochelsees gegenüber dem Chiemsee dürften durch die tiefere Absenkung des Wasserspiegels (s. Kap. IV) wie auch besonders durch die kleinere Fläche des Kochelsees bedingt sein. Das „bayerische Meer“, der Chiemsee, vermag durch seine große Ausdehnung und die flache Uferböschung (zum Teil durch die Absenkung von 1902–1904, die vor allem am Ostufer eine breite Uferbank freilegte, bedingt!) die zuströmenden Wassermassen auf ein großes Areal besser zu verteilen als der nur 6 km² umfassende Kochelsee. Vielleicht spielt aber auch die Lage der Hauptzuflüsse und die der Seeausläufe eine gewisse Rolle. Während die Wasser der Loisach den ganzen Kochelsee durchfließen (s. Tafel 3 Fig. 4) und Hochwasser somit gleichmäßig über die gesamte Seefläche ausbreiten, sind beim Chiemsee (s. Tafel 1 Fig. 3) ganz andere Verhältnisse gegeben: Der Hauptzufluß wie der Auslauf liegen im östlichen Viertel des Sees, und die Hochwasser der Tiroler Achen können relativ schnell abfließen, ohne erst den gesamten See gleichmäßig aufhöhen zu müssen. Zuverlässigen Aussagen über derartige Strömungsverhältnisse müßten jedoch sehr spezielle Untersuchungen (u. a. Wasserspiegelfixierungen) vorausgehen. Der Ammersee wird in seiner Amplitudengröße nur wenig vom Chiemsee übertroffen. Diese hohen Jahresschwankungen sind wohl einerseits durch den Durchfluß der kräftigen Ammer andererseits durch die schon vor vielen Jahrzehnten begonnenen Regulierungen am Zu- und Abfluß bedingt.

Simssee und Tegernsee zeigen nächstniedere Amplitudenwerte, bis schließlich die restlichen Seen (Walchensee [bis 1923], Schliersee, Staffelsee, Würmsee und Waginger See) etwa gleichhohe (oder -niedrige) Steighöhen aufweisen.

Gerade diese letzte Seengruppe lehrt, daß gar nicht oder nur wenig korrigierte Gewässer kleine Amplituden besitzen, und ein Vergleich der frühesten Aufzeichnungen über Wasserstandsschwankungen der oberbayerischen Seen – als die direkten Eingriffe noch gering waren – bestätigt dieses Ergebnis (vgl. die Amplituden der ältesten Beobachtungsjahre der Seen in Tafel 13–15).

Ähnlich wie die Schwankungsbreiten der typischen Amplituden verhalten sich die der gesamten Amplituden. Interessant ist dabei festzustellen, daß der Bereich der typischen Amplituden eher und beträchtlicher über- als unterschritten werden kann. Das ist ein Zeichen unsteter Wasserführung der Zubringerbäche besonders bei außerordentlichen Hochwassern.

Versuchen wir die Gliederung der Seen auf Grund ihrer Jahresamplituden mit der nach geographischen Gesichtspunkten getroffenen Gruppenbildung zu vergleichen, so ergeben sich folgende Parallelen:

1. Der Eibsee nimmt sowohl nach seiner Lage als Hochalpensee als auch nach seinen Jahresamplituden eine einzigartige Stellung unter den oberbayerischen Seen ein.
2. Die Seen, deren Kennzeichen ein großes gemischtes Einzugsgebiet ist (Ammersee, Kochelsee, Chiemsee) und die daher auch kräftige Zuflüsse empfangen, werden durch besonders große Amplituden wie auch durch eine beträchtliche Schwankungsbreite der typischen Amplituden charakterisiert.

3. Die Amplituden der mit bescheideneren Zuflüssen ausgestatteten Vorland- und Voralpenseen bewegen sich im allgemeinen (mit Ausnahme des Simssees) in kleinen Werten, können aber recht erhebliche Gesamtschwankungsbreiten aufweisen (wie z. B. der Tegernsee).
4. Das Walchenseestaubecken besitzt Jahresamplituden von mehreren Metern und ist daher keiner der oben genannten Gruppen einzugliedern.

C. ZUSAMMENFASSUNG

Die soeben bestimmten typischen Amplituden sollen nun zur Vervollständigung unserer Ergebnisse über die typischen Jahresganglinien der Seen verwendet werden (vgl. Tafel 16).

Danach lassen sich die Seen (ohne das Walchenseestaubecken) mit gleichen oder ähnlichen Wasserstandsschwankungen in folgende Gruppen zusammenfassen:

1. Der Eibsee besitzt die größten Amplituden und zeigt einen ausgesprochenen eingipfligen Jahresgang des Wasserstandes.
2. Kochelsee, Chiemsee, Ammersee und Tegernsee ist ein stark ausgeprägter zweigipfliger Jahresgang des Wasserstandes gemeinsam, die Amplituden können dabei beträchtliche Werte erreichen. Hinsichtlich des Ammersees ist allerdings zu bemerken, daß in nicht wenigen Jahren das Herbstmaximum nur schwach ausgebildet ist, so daß die Jahresganglinie fast den Eindruck der Eingipfligkeit erweckt.
- 2 a. Mit der vorhergehenden Gruppe haben Walchensee und Schliersee den ausgeprägt zweigipfligen Jahresgang des Wasserstandes gemeinsam. Aber sie weisen nur verhältnismäßig kleine Jahresamplituden auf.
3. Bei den reinen Vorlandseen, Staffelsee, Würmsee, Simssee und Waginger See schließlich ist es nicht möglich, einen Jahresgang als typisch hinzustellen. Allen diesen Seen ist eine große zeitliche Schwankungs- und Streubreite bestimmter Kurvenpunkte der Jahresganglinien eigen, und die Jahresamplituden sind entweder gering oder von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich (wie beim Simssee).

Bei dieser Gliederung der Seen nach dem Jahresgang der Wasserstandsschwankungen bilden die reinen Vorlandseen wie auch der einzige Hochalpensee, der Eibsee, je eine eigene Gruppe. Die Voralpenseen (Walchensee, Tegernsee, Schliersee) wie auch die Seen mit einem großen gemischten Einzugsgebiet (Ammersee, Kochelsee, Chiemsee) gehören zusammen. Sie weisen in der Regel einen ausgeprägt zweigipfligen Jahresgang der Wasserstandsschwankungen auf, in dem allerdings gelegentlich noch kleinere Nebenmaxima erscheinen können. Im übrigen zeigen sie verhältnismäßig hohe Amplituden, soweit sie kräftige Zuflüsse besitzen und namentlich soweit an diesen Regulierungen vorgenommen wurden. Wo nur geringe Zuflüsse vorhanden sind, bleiben auch die Wasserstandsschwankungen in bescheidenen Grenzen.

Die Hauptunterschiede des Jahresganges der Wasserstandsschwankungen unserer Seen haben zu deren Einteilung nach lagebestimmten Gruppen geführt. Es soll nun noch gezeigt werden, in welcher Weise diese Lagegruppierung unmittelbar für die Wasserfüh-

rung bestimmend ist. Es entspricht der allgemeinen Anschauung vom Kreislauf des Wassers, daß der Wasserhaushalt unserer Seen vom Niederschlag abhängig ist. Inwieweit aber der Niederschlag die Wasserführung der Seen direkt bestimmt, wollen wir nach einer kurzen Schilderung des klimatologischen Jahresablaufes im weitergefaßten Seebereich näher untersuchen.

Wie die Verteilung der Hauptwindrichtungen in Bayern (vgl. Klimaatlas, 27) andeutet, wird unser Wetter vorzugsweise vom Ozean her bestimmt. Dabei führen zwei Großwetterlagen (Nord- und Nordwest-) zur Ausbildung des Niederschlagsjahresganges in unserem Raum.

Bei den von WSW nach ONO streichenden Alpen werden nur diejenigen Winde das oberbayerische Seengebiet kräftig regenspendend erreichen, denen kein Hindernis im Wege liegt. Dieses ist bei allen Winden mit einer Nordkomponente der Fall. Dagegen können die Teile des oberbayerischen Gebirgslandes, die spornartig nach Norden vorragen, auch bei reinen Westwetterlagen erheblichen Niederschlag erhalten.

Januar: Bei vorherrschendem Westwetter erhalten die oberbayerischen Alpen wie auch ihr Vorland nur wenig Niederschlag.

Februar: Im Februar wird die Westwetterlage sehr häufig durch Kaltluftenbrüche aus dem Osten abgelöst, so daß der Niederschlag noch geringere Werte aufweist als im Januar. Der Jahrestiefstwert in der Ganglinie des Niederschlags ist für Oberbayern erreicht.

März: Die Kaltluftenbrüche treten wieder zurück, und es herrschen ähnliche Verhältnisse wie im Januar.

April-Mai: Durch Winddrehung nach Nord erhält das Alpenvorland mehr Niederschlag als zu Anfang des Jahres. Schon im April kann sich ein gewisser Alpenstau bemerkbar machen, der dann für die nächsten Monate bis zur Donau bestimmend wird. Die erste Erwärmung des Kontinents bedingt durch die vorherrschende Windrichtung (NW-N) eine reiche Schauertätigkeit (Hoch über den Britischen Inseln). Besonders charakteristisch für das Frühjahr sind aber auch die Wetterlagen, die durch die über SO-Europa hinziehenden Tiefs entstehen: Vb-Wetterlagen (mit reichlich Regen im Gefolge).

Juni: Im Juni hat sich der Kontinent soweit erwärmt, daß kühle feuchte Meeresluft ungehindert aus NW-Richtung gegen die Alpen fließen kann (Sommermonsun!). Durch zahlreiche Gewitter – besonders im Loisachtal, an der oberen Isar und im Tegernseegebiet – wird der Niederschlag noch verstärkt.

Juli-August: Das Regenmaximum wird meist im Juli erreicht. Ein weit ausgedehnter Stau vor den Alpen bestimmt das Wetter der beiden Sommermonate Juli und August.

September-Oktober: Allmählich dreht der vorherrschende Wind wieder mehr auf West bis Südwest, und die Niederschläge nehmen dadurch merklich ab, der Alpenstau verringert sich (Altweibersommer!).

November: Wenige Unterschiede zeigt der November zum Vormonat. Doch erreicht der Niederschlag nun ein sekundäres Minimum in seiner Jahresganglinie.

Dezember-Januar: Wieder wechselt die Windrichtung mehr nach West, und ein erhöhter Niederschlag im Alpen- und Voralpengebiet ist die Folge; es macht sich ein schwach ausgebildetes Jahresmaximum bemerkbar. Andererseits wird durch die „europäische Hochdruckbrücke“ des öfteren Föhnstimmung ausgelöst (Weihnachtstauwetter!).

Dieser eben geschilderte Jahresgang des Niederschlags (nach Monatssummen!) ist etwa analog dem der Temperatur. Der Tiefstwert wird im Februar-März erreicht, das höchste Maximum im Juni-August. Ein sekundäres Maximum ist um die Jahreswende angedeutet.

Die oberbayerischen Seen liegen somit ausnahmslos im Sommerregengebiet (vgl. dazu auch Lohr, 94, 32 f.), weisen aber in der Verteilung des Niederschlags über die zwölf Monate des Jahres erhebliche Unterschiede auf.

Als niederschlagsreich im Winter treten das Wetterstein- und Wendelsteinmassiv heraus wie auch das Gebiet der Tiroler Achen und besonders das der Saalach (vgl. dazu Klimaatlas, 27).

Den größten Niederschlag erhalten das Priental und die Berchtesgadener Alpen bis zur Saalachmündung. Hier haben neben den NW-Wettern auch die Westwinde infolge der nach N vorgerückten Lage dieser Gebirgsteile Zutritt und bringen auch selbst im Winter reichlich Niederschlag. Weitere Gebiete mit hohen Niederschlägen sind die trichterartigen Vorlandsbuchten (Kochelsee- und Walchenseegebiet!).

Relativ niederschlagsarm sind dagegen die obere Loisach, die Innsbruck-Mittenwalder Senke mit der Fortsetzung im Ammer- und mittleren Loisachtal, das Inntal und das Salzachtal. Alle diese Gebiete liegen entweder im Regenschatten oder bilden die von den Alpen herabziehenden Föhngassen.

Setzen wir nun diese Niederschlagsverhältnisse mit dem Jahresgang der Wasserstandsschwankungen der oberbayerischen Seen (vgl. Tafel 12) in Beziehung, so zeigt es sich, daß der Niederschlag allein für die Erklärung des veränderlichen Wasserstandes nicht ausreicht. Beim Sommermaximum, dem zweiten Gipfel der Wasserstandsganglinien, ist die Abhängigkeit vom Niederschlagsmaximum nicht zu verkennen. Die Seen erreichen ihren Höchststand nach dem Regenmaximum; denn sie werden ja durch Zuflüsse aus ihrem Einzugsgebiet gespeist. Die meisten Seen reagieren verhältnismäßig wenig auf den direkten Niederschlag; sie steigen erst, nachdem die Einzugsgebiete ihre Wasser den Seen zugeführt haben.

Im Sommer unterliegen alle Seen den gleichen Grundgegebenheiten in bezug auf den Niederschlag: die NW-Winde treffen senkrecht auf die Alpen und können fast jedes Gebiet beregnen. Im Winter dagegen zeigen die Seen größere Unterschiede in den Wasserspiegelschwankungen. Diese wie auch die Frühjahrshochwasser lassen sich durch die unmittelbaren Niederschlagsmengen nicht erklären, denn der Niederschlag fällt in den Wintermonaten als Schnee, er bleibt liegen und kommt dem Abfluß nicht unmittelbar zugute.

Um einen Einblick zu gewinnen, ist es nötig, das Schicksal der in fester Form fallenden Niederschläge etwas näher zu betrachten. Wichtiger als die Zahl der Tage mit Schneefall oder der Anteil der Schneemenge am Gesamtniederschlag ist für diese Untersuchungen die Zahl der Tage mit einer Schneedecke, weil während ihres Bestandes die Speisung der Seen gering ist. Die Dauer der Schneedecke steht in deutlicher Abhängigkeit von der Temperatur und nimmt daher mit der Höhe zu. Karte 62 des Klimaatlas (27) vermittelt beispielsweise einen Eindruck von den Schneeverhältnissen der bayerischen Hochebene und den nördlichen Alpen. Fünf der oberbayerischen Seen (Ammersee, Chiemsee, Staffelsee, Würmsee und Waginger See) liegen innerhalb des Bereiches von 40 bis 80 Tagen Dauer der Schneedecke (≥ 1 cm); Kochelsee und Simssee haben 80–100 „Schneedeckentage“, Walchensee, Tegernsee und Schliersee 100–120 und der Eibsee sogar über 120 Tage mit geschlossener Schneedecke. Diese Schneedecke ist die Ursache für die enormen Frühjahrshochwasser derjenigen Seen, die mit ihrem Einzugsgebiet weit in die Alpen hineingreifen. Während die kräftige Ausbildung der Herbstgipfel in den Wasserstandsganglinien vom Seearéal und der Größe der Einzugsgebiete (s. dazu Tabelle 1 im Anhang) abhängig ist, stellen die Frühjahrshochstände der Seen ein reines Produkt der Schmelzwasser dar. Dabei ist die Größe des Einzugsgebietes nicht so sehr entscheidend als vielmehr die Möglich-

keit, innerhalb des Einzugsgebietes an den Schmelzwässern gespeicherter Schneemassen teilhaftig zu werden (vgl. Tegernsee – Ammersee).

Die Schneeschmelze beginnt im Alpenvorland etwa im März, verspätet sich aber nach dem Gebirgsinnern um über einen Monat. Vor dieser Zeit liegen die Jahrestiefststände der Seen. Mit Ausnahme des Eibsees und des Waginger Sees findet sich das Minimum vorzugsweise im Februar. Mit der ansteigenden Temperatur tritt im Frühjahr die Schneeschmelze, die durch besonders häufige Föhnlagen verstärkt wird, ein. Währenddessen lagern oft noch Kaltluftseen, die auch den Eibsee zudecken, über dem oberen Loisachtal. Der Föhn braust z. T. in der Höhe über sie hinweg. So kommt es, daß die fallenden Wasserstände dieses kleinen Hochalpansees im März durch einsetzende Schneeschmelze noch lange nicht aufgehoben werden.

Bei allen Seen (bis auf die oben erwähnte Ausnahme) setzt mit dem ersten Frühjahr steigender Wasserstand ein, der auch beim Staffelsee, Würmsee, Simssee und zum Teil auch beim Schliersee bald zur Ausbildung des ersten Hauptgipfels in der Jahreskurve führt (vgl. Tafel 12). Diesen Seen fehlt aber infolge ihres eng begrenzten Einzugsgebietes der „Nachschub“ aus den höheren Regionen der Alpen. Beim Ammersee, Kochelsee, Chiemsee, Walchensee und Tegernsee dagegen verspätet sich das Frühjahrsmaximum um die Zeit der später einsetzenden Schneeschmelze im Hochgebirge. Die reinen Vorlandseen mit Ausnahme des Simssees (Staffelsee, Würmsee, Waginger See) sind auf die Schmelzwasser der unmittelbaren Umgebung angewiesen und daher in ihren Amplituden sehr beschränkt. Gleiches gilt auch für den Schliersee. Die Sommerregen bedingen bei ihnen größere Steighöhen als die Schneeschmelze. Ein umgekehrtes Bild zeigt sich bei den Seen mit einem großen gemischten Einzugsgebiet (Ammersee, Kochelsee, Chiemsee) und bei den Voralpansees Walchensee und Tegernsee. Ihre Frühjahrsspitzen liegen höher als die des Sommers. Mit Ausnahme des Walchensees besitzen sie große Amplituden, die viele Monate mit steigender oder fallender Tendenz nach sich ziehen, bilden einen klaren regelmäßigen Jahresgang aus und verwischen störende Einflüsse direkter Niederschläge und Wettersingularitäten. Sie zeigen einen ausgeprägten zweigipfligen Jahresgang, und nur selten kommt das „Weihnachtstauwetter“ in der Ganglinie durch ein Nebenmaximum zum Ausdruck. Die reinen Vorlandseen reagieren viel eher auf Wetterumbilden und weisen daher auch mehrere Maxima in den Jahresganglinien auf. Nur der Würmsee vermag durch seine Größe bis zu einem gewissen Grade Unregelmäßigkeiten im Jahresgang auszugleichen.

Eine Sonderstellung nimmt der Eibsee ein. Er weist als einziger unserer Seen nur einen Jahresgipfel auf und besitzt die höchsten Amplituden der hier besprochenen natürlichen Seen. Die Begründung für diese einzigartige Ausnahme ist in der topographischen Lage und den damit verbundenen klimatischen Verhältnissen zu suchen. Während alle anderen oberbayerischen Seen schon ab März Schmelzwasser erhalten, kommen solche dem Eibsee erst einen Monat später zu. Die frostfreie Zeit ist im oberen Loisachgebiet sehr beschränkt, so daß die Hauptschneeschmelze mit dem Sommerregenmaximum zusammenfällt. Derartige Erscheinungen rufen außerordentliche Hochwasser hervor. Verstärkt wird dieser Zustand noch dadurch, daß der Eibsee keinen oberflächlichen Abfluß besitzt und somit gezwungen ist, alle Wasser in seinem Becken – wenn auch nur für kurze Zeit – zu sammeln, bis unterirdische Abflüsse den See allmählich entleeren. Unterirdische Durchlässe dürften aber einen Querschnitt haben, der eine obere Begrenzung der

Abflußmenge erzwingt, also stauend wirkt, während ein oberirdischer Abfluß ohne obere Begrenzung bei Spiegelerhöhung außerordentlich ansteigen kann.

Wie sehr die Schmelzwasser den Jahresgang der Seespiegelschwankungen mit prägen, zeigt – wie schon erwähnt – die Tatsache, daß die Frühjahrshochstände derjenigen Seen, deren Einzugsgebiete weit in die Alpen zurückgreifen, höher liegen als die Spätsommermaxima. Diese Gruppe von Seen (Ammersee, Kochelsee, Chiemsee, Walchensee und Tegernsee) hat einen etwa gleichen Verlauf der Schwankungen aufzuweisen, obwohl die Areale und die Einzugsgebiete sehr unterschiedlich sind (vgl. Tabelle 1, Anhang). Eines ist jedoch allen gemeinsam: Sie reichen in ähnliche Klimagebiete hinein.

Am weitesten greift der Chiemsee mit seinem Einzugsgebiet in die Alpen zurück. Bei seiner großen Fläche braucht er auch besonders große Wassermassen, um beträchtliche Amplituden zu erreichen.

Recht ähnlich sind sich im Jahresgang der Kochelsee, der Tegernsee und in gewisser Hinsicht auch der Walchensee. Kochelsee und Tegernsee greifen durch ihre Hauptzuflüsse weit in die Alpen zurück, der Walchensee gleicht dies durch seine topographische Lage aus.

Die Schwankungen des Ammersees sind dagegen in der Reihe der Jahre recht verschieden. Als Begründung mögen vier Punkte angeführt sein: 1. Die Entfernung des Sees von den Hochalpen ist größer als bei allen anderen Seen. 2. Ein beachtlicher Teil des Einzugsgebietes liegt gerade unterhalb der sehr ausgeprägten Zugstraße des vom Brenner herabstürzenden Föhns. Dieser Faktor macht sich besonders in der zeitlichen Schwankungsbreite des Jahresminimums bemerkbar. 3. Die Ammer, der Hauptzufluß des Sees, ist in erheblichem Maße reguliert. 4. Eine nicht unwesentliche Rolle dürfte aber auch die Windach spielen: Durch ihre Einmündung in die Amper unmittelbar unterhalb des Seeauslaufes dürfte der Abfluß des Sees öfters erschwert und eine Stauung die Folge sein (Q 44).

Gewisse Besonderheiten innerhalb der Voralpenseen zeigt auch der Schliersee. Im Jahresgang ähnelt er der vorher erwähnten Seengruppe, doch ist bei ihm das Herbstmaximum des Wasserstandes gewöhnlich kräftiger als das Frühjahrshochwasser. Das liegt daran, daß sein Einzugsgebiet zwar in die Alpen eingreift, aber derart klein ist, daß seine Schmelzwasserzuflüsse nur bescheiden sind. Auch im Sommer erhält er wenig Zuflüsse. Deswegen sind seine Wasserstandsschwankungen klein.

Die nächste Seengruppe, gebildet von Staffelsee, Würmsee und Simssee, weist ganz andere Gangtendenzen und Amplituden auf. Die Seen dieser Gruppe haben keinen Anteil an der Hochgebirgsregion und können als reine Vorlandseen angesprochen werden.

Der Staffelsee hat weder große Amplituden noch einen eindeutigen Jahresgang. Er liegt wie der Ammersee in der Zugstraße des Föhns, erhält wenig Niederschlag und ist ein reiner Vorlandsee.

Auch der zweitgrößte See Bayerns, der Würmsee, kann nur geringe Amplituden sein eigen nennen. Er ist fast ausschließlich auf den direkten Niederschlag angewiesen und schwankt daher viel unregelmäßiger als andere Seen von seiner Größe. Einem guten Teil der „zufälligen“ (nicht dem langjährigen Mittel entsprechenden) Niederschläge vermag er auf Grund seiner Ausdehnung eine stärkere Wirkung zu nehmen.

Ähnliche Verhältnisse wie am Staffelsee herrschen beim Simssee. Nur die Größe wie auch die sehr verschiedene Schwankungsbreite der Amplituden will gesondert begründet werden. Während der Staffelsee mit seinem Einzugsgebiet einem gut zu definierenden Klimabereich angehört, liegt der Simssee an der Scheide zweier, oft recht extremer Klima- und Witterungsbereiche. Einmal erhält er durch die vorgeschobene Lage seiner südlichen wie östlichen Umgebung vor dem Alpenkörper reichlich Niederschläge (vgl. Lohr, 94,33), und andererseits macht sich der trockene Föhn sehr bemerkbar. Dadurch wird die Wasserführung äußerst unregelmäßig und bedingt die geschilderten Amplituden.

Eine ganz andere Art von Jahresschwankungen zeigt der am weitesten im Osten liegende See, der Waginger-Tachinger See. Wenn alle Seen am Jahresanfang ihre Tiefstwerte erreichen, herrschen beim Waginger See Höchststände. Dieses läßt sich nur aus seiner topographischen Lage erklären. Der den Alpen weit vorgelagerte See erhält auch im Winter bei SW- und W-Wetterlagen reichlich Niederschlag (vgl. Lohr, 94, 33), der nur sehr kurze Zeit als Schnee liegen bleibt. Ihm kommen konzentrierte Schmelzwässer in Form des Abtauens einer über längere Zeit als Speicher wirkenden Schneedecke in nur ganz geringem Maße zu. Daher ist sein Spätwintermaximum auch nicht durch die Schneeschmelze bedingt, sondern eine Folge direkter Niederschläge. Die Tiefststände am Waginger-Tachinger See liegen in der regenarmen Zeit: im Oktober/November und vor den Sommerregen.

Der Jahresgang des Waginger Sees ist jedoch mit diesen Bemerkungen nur sehr schematisch angedeutet. In Wirklichkeit zeigen die Wasserstandsschwankungen ein noch verworreneres Bild. Der relativ kleine See reagiert auf den Niederschlag unmittelbar und weist daher in seiner Jahresganglinie viele sekundäre Maxima und Minima auf.

Auf die Schwankungen des Walchenseestaubeckens näher einzugehen, ist im Rahmen dieser Arbeit nicht notwendig. Die Tiefstwerte werden dann erreicht, wenn der Strombedarf der Industrie und Haushaltungen am größten und die Wasserführung der Flüsse am geringsten ist, d. h. im Winter. Das Maximum tritt zur Zeit der Sommerregen auf, da der Strombedarf aus Speicherbecken dann am geringsten ist. Die Auffüllung des Seebeckens wird allerdings in erster Linie durch die Schmelzwasser gefördert.

Kurz zusammengefaßt läßt sich sagen, daß bei unseren oberbayerischen Seen die Jahresschwankungen von den Sommerregen und den Schmelzwässern abhängig sind. Nur zum kleinsten Teile üben die Winterniederschläge einen direkten Einfluß auf den Jahresgang aus.

III. DER LANGJÄHRIGE GANG DER SEESPIEGEL- SCHWANKUNGEN

Bei der Analyse des Jahresganges der Seespiegelschwankungen haben wir stillschweigend angenommen, daß die Seen im Ablauf eines Jahres um einen gleich hoch liegenden Wasserspiegel schwanken. Die Erfahrung lehrt aber (der Beweis liegt u. a. in den HM- und NM-Werten der Tafeln 8–11) etwas ganz anderes. Kein See bewegt sich in einem derart schematischen Kreislauf; immer werden die Höchst- und Tiefststände verschiedener Jahre auch verschiedene Pegelwerte aufweisen.

Es erhebt sich nun die Frage, ob man einen Ausgleich zwischen hohen und niedrigen Ständen annehmen darf oder ob sich der mittlere Wasserstand im Laufe der Zeit in seiner Höhenlage ändert.

Die Monatsmittelwerte bestätigen eine immerwährende Veränderung der Wasserstandshöhen, lassen aber keine Regelmäßigkeit und kein „System“ erkennen. Ähnlich wie bei der Analyse des Jahresganges treten auch hier „zufällige Schwankungen“ störend ein. Um die Frage zu klären, ob ein langjähriger Gang vorhanden ist, müssen daher die Wasserstandskurven so weit geglättet werden, daß jede Zufälligkeit ausscheidet und nur das Typische erhalten bleibt. Verschiedene Versuche haben gelehrt, daß bei einigen Seen ein fünfjähriges Mittel für derartige Untersuchungen ausreichend erscheint. Bei anderen dagegen muß eine Glättung bis zum zehnjährigen Mittel vorgetrieben werden, wenn die Beeinflussung durch einzelne extreme Jahre kleiner werden soll als der durchschnittliche Unterschied von Jahresmittel zu Jahresmittel. Um für die folgenden Ausführungen durchwegs gleiche Grundlagen zu schaffen, sind bei der Betrachtung des langjährigen Ganges für alle Seen zehnjährige Mittel des Wasserstandes gebildet worden. Die auf diese Weise zu untersuchenden Seen liefern Gangreihen von 40- bis 80-jähriger Dauer.

Die Fig. auf Tafel 17 und 18 zeigen, daß die zehnjährigen Mittelwerte in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.¹ Die Veränderung des Wasserstandes über einen langjährigen Zeitraum bewegt sich an den oberbayerischen Seen in einer – wenn auch deformierten – sinus-Kurve mit einer Phasenlänge von rd. 30 Jahren. Zwar treffen die Scheitel nicht durchweg auf die gleiche Zeit, im großen und ganzen sind sich die Kurven aber ähnlich. Bei einigen Seen (vgl. Ammersee – Würmsee und Waginger See – Staffelsee) scheint eine gewisse Phasenverschiebung angedeutet zu sein.

Leider sind für eine weitere Ausschöpfung dieser Ergebnisse die Beobachtungen an den oberbayerischen Seen zu kurz und die Eingriffe durch Flußkorrekturen und Spiegelabsenkungen auch zu groß.

¹ Die zehnjährigen Mittel sind mit 5 Jahren „überlappt“ dargestellt, d. h. die Mittelbildung erstreckt sich z. B. über die Zeitspannen 1900–1910, 1905–1915, 1910–1920, 1915–1925 usw.

Da aber unsere Wasserspiegelschwankungen über einen langjährigen Zeitraum bei allen oberbayerischen Seen recht ähnlich sind, müssen auch für alle Seen irgendwie gleichgeartete Ursachen für diese langjährigen Wasserstandsschwankungen maßgebend sein.

Es liegt nahe, die – oder zumindest eine – Ursache solcher gesetzmäßiger Veränderungen in einer Klimaschwankung zu suchen. Tatsächlich zeigt der Niederschlag, wie eine Untersuchung der Stationen Rosenheim, Tegernsee und Seeshaupt erkennen läßt, eine recht ähnliche Ganglinie wie die Wasserstände (s. Tafel 18). Auch hier gibt es Phasenverschiebungen und sich ändernde Amplituden. Ob sich in diesen Erscheinungen eine Klimaänderung (*Sécrét. Mét. Int.*, 121) ausdrückt, ist auf Grund der beschränkten Unterlagen nicht zu erkennen, eine Klimaschwankung (*Sécrét. Mét. Int.*, 121) dagegen ist als sicher anzunehmen.

Diejenigen Seen, die mit ihrem Einzugsgebiet in gut zu definierenden Klimabereichen liegen (vgl. Eibsee und Walchensee), zeigen in ihren großen Amplituden eine besonders kräftige Anlehnung an diese Klimaschwankung.

Halbfaß (70) hat schon 1908 auf langjährige Wasserstandsschwankungen des Würmsees hingewiesen. Er glaubte sie damals im Sinne der Brücknerschen Klimaperiode deuten zu sollen. Die Brücknersche These wird jedoch neuerdings mit schwerwiegenden Argumenten abgelehnt (Wagner, 139, Wundt, 143, u. a.). Aber es bleibt das Verdienst Halbfaß', die sicher reale Schwingung in der langjährigen Ganglinie dieses oberbayerischen Sees richtig erkannt zu haben.

IV. BEMERKUNGEN ÜBER DEN MITTELWASSERSTAND DER UNTERSUCHTEN OBERBAYERISCHEN SEEN

Aus den bisherigen Untersuchungen geht hervor, welche Schwierigkeiten der Definition eines mittleren Wasserstandes entgegenstehen. Das arithmetische Mittel aus der gesamten Beobachtungszeit eines Pegels erscheint zu dem, was wir unter „Mittelwasserstand“ verstehen, wenig geeignet, weil weder direkte Beeinflussungen der Wasserführung eines Sees noch die Klimaschwankung berücksichtigt werden. Der mittlere Wasserstand soll vielmehr den mittleren Zustand der Seespiegelschwankungen in einem bestimmten Zeitraum aufzeigen, um eine Basis für den Vergleich von Hoch- und Tiefständen zu erreichen.

Ähnlich den Wasserstandsschwankungen vollzieht sich auch ein dauernder Wandel des Seearcals. Hier bildet im besonderen der Mittelwasserstand den Bezugshorizont für die Erfassung der Seegröße.

Somit ist eine allgemein gültige Zeitspanne für die Bestimmung des „Mittelwassers“ bei allen Seen notwendig, wenn Vergleiche über die Ausdehnung der Seen angestellt werden sollen. Auf Grund unserer Ergebnisse über langfristige Wasserstandsschwankungen dürfte das arithmetische Mittel aus einer etwa 30-jährigen Beobachtungszeit dem mittleren Zustand eines Sees in bezug auf die Wasserstände und die Seefläche am nächsten kommen. Eine Anlehnung an die meteorologische „Normalperiode 1901–1930“ (Sécrét. Mét. Int., 121) erscheint für diesen Zweck nicht notwendig. Veränderungen in der Wasserführung eines Sees deuten nämlich eine Klimaschwankung stets nur an, nie werden sie diese getreu widerspiegeln. Dagegen hat sich die Zweckmäßigkeit einer einheitlichen „Normalperiode von 30 Jahren“ (Sécrét. Mét. Int., 121) auch in diesen Untersuchungen erneut bestätigt, wobei allerdings direkte Eingriffe, die den Wasserhaushalt des Sees verändern, sorgfältig berücksichtigt werden müssen. Im übrigen wird sich die Zeitspanne der Mittelbildung jeweils nach dem Zweck der Untersuchungen richten müssen.

Ein besonderes Beispiel eines sich ändernden mittleren Spiegelniveaus bildet der Kochelsee. Das Maß der Absenkung von 1903 läßt sich nur an Hand von mehrjährigen Mittelbildungen bestimmen. Betrug der mittlere Wasserstand vor 1903 (1885–1902) 166 cm über P.N., so ändert sich dieser Wert danach (1904–1921) auf 58 cm Pegel „Grauer Bär“. Das bedeutet eine Absenkung des Kochelsees um 108 cm.¹ Durch die Inbetriebnahme des Überlaufkanals vom Walchensee erreicht der mittlere Wasserstand noch niedrigere Werte.

Entsprechend dem Absinken der Wasserstände hat sich auch die mittlere Seefläche wesentlich verringert. Wie sehr die Ausdehnung des Kochelsees auf Grund der flachen, nördlichen Uferböschung schwanken kann, möge folgendes veranschaulichen: Die Seefläche war am 14. 9. 1899 (HHW = 314 cm) gegenüber dem 29. 3. 1921 (NNW = –6 cm) um das 5,3fache vergrößert.² Diese beiden Daten geben einen Begriff von der größten und

¹ Mit Recht nennt das Hydrotechnische Bureau München schon 1907 einen Wert von etwa 1 m (85, 66, 1907).

² Vgl. dazu den Vorteil einer steilen Uferböschung des Walchensees für die Ausnutzung als Speicherbecken.

geringsten Ausdehnung des Kochelsees. Der mittlere Wasserstand dagegen bestimmt das Maß der „normalen“ Seegröße, des Wertes, der am meisten erreicht, über- oder unterschritten wird.

Beim Chiemsee, dessen Seespiegel ebenfalls kurz nach der Jahrhundertwende tiefer gelegt wurde, gehen die Meinungen über das Maß der Absenkung auseinander. Tatsächlich ist der mittlere Seespiegel in der Zeit von 1902 bis 1904 um 73 cm tiefer gelegt worden ($MW \equiv 1884-1901 = +55 \text{ cm}$; $MW \equiv 1905-1922 = -18 \text{ cm}$).

Bei allen anderen oberbayerischen Seen sind die gewollten Eingriffe in den Wasserhaushalt nicht so drastisch; daher soll als mittlerer Wasserstand das arithmetische Mittel aus einer 30-jährigen Beobachtungszeit gelten (s. Tabelle 2, Anhang).

ANHANG

A. TABELLEN

1. SEEAREAL UND EINZUGSGEBIET

	See km ²	Einzugsgebiet km ²	<u>Einzugsgebiet</u> Seeareal
Staffelsee	7,675 ²	80,66 ¹	10,51
Würmsees	57,1 ¹	310,37 ¹	5,44
Simssee	6,54 ¹	83,8 ¹	12,81
Waginger See	8,97 ¹	125,54 ¹	13,99
Walchensee vor 1920	16,38 ¹	74,25 ¹	4,53
nach 1925	16,38	560 ⁵	34,18
nach 1949	16,38	770 ⁵	47,01
Tegernsee	8,934 ²	210,75 ¹	23,59
Schliersee	2,19 ¹	27,44 ¹	12,53
Ammersee	47 ¹	988,5 ¹	21,03
Kochelsee vor 1903	6,483 ⁴	683,76 ¹	105,47
1951	5,860 ²	*	
Chiemsee vor 1902	85,066 ³	1387,52 ¹	16,31
nach 1904	80,14 ³	1387,52	17,31
Eibsee	1,77 ¹	15,39 ¹	8,69

* Durch weitere Wasserzufuhr vom Walchensee her ist das Einzugsgebiet nicht genau zu definieren.

¹ Nach Halbfuß (71).

³ Nach Fels (45).

⁵ Nach Fels (50).

² Nach Zorell (145).

⁴ Nach Geistbeck (56).

2. DIE MITTELWASSERSTÄNDE

	Zeit der Beobachtung	Mittlerer Wasser- stand am Pegel	Mittlerer Wasser- stand über N. N.
		cm	m
Staffelsee (Seehausen)	1921–1950 (ohne 1945)	47,62 ¹	648,59
Wurmsee (Starnberg)	1921–1950 (ohne 1945)	77,66	584,23
Simssee (Krottenmühl)	1921–1950	21,07	470,08
Waginger See (Tettenhausen) . .	1921–1950	88,1	442,16
Walchensee (km 75,0)	1926–1950	—160,8	799,88
Tegernsee (St. Quirin)	1921–1950	47,57 ^{1,2}	725,41 ^{1,2}
Schliersee (Schliersee)	1921–1950	52,4	776,57
Ammersee (Stegen)	1921–1950 (ohne 1945)	59,13	531,14
Kochelsee (Grauer Bär)	1924–1950	45,52 ¹	598,81
Chiemsee (Herrenwörth)	1921–1950	—19,83	518,19
Eibsee (Eibsee)	1921–1950 (ohne 1945)	179,93	973,19

¹ Damit dürfen die Angaben bei Zorell (145, 206) als überholt gelten.² Durch die im Ausfluß liegenden Brückentrümmer (Q 71) war der See von 1945–1949 gestaut.

3. DIE GRÖSSTEN HOCHWASSER

(an Pegeln beobachtet; cm)

Staffelsee	176	155	148	123	
(Seehausen)	31.5.1940	9.7.1946	10.7.1932	23.5.1949	
Würmsee	146	140	139	139	
(Starnberg)	15.10.1922	17.8.1910	31.7.1926	8.6.1940	
Simssee	187 ¹	152	126	120	116
(Krottenmühl)	9.1899	31.5.1940	13.7.1909	3.9.1910	11.7.1926
Waginger See	247	180	166	161	
(Tettenhausen)	7.9.1920	4.2.1923	2.6.1940	30.12.1919	
Walchensee	100	99	85	83	82
(Walchensee, km 75,0)	14.9.1899	16.6.1910	6.7.1918	21.7.1913	12.5.1912
Tegernsee	287	214	206	186	
(Tegernsee, St. Quirin)	14.9.1899	31.5.1940	8.9.1920	23.4.1910	
Schliersee	167	152	142	132	131
(Schliersee)	1.6.1940	9.7.1946	15.5.1930	24.5.1949	7.9.1920
Ammersee	214	195 ²	194	178	
(Stegen)	2.6.1940	10.7.1946	17.6.1910	17.5.1930	
Kochelsee	314	287	284	276	256
(Grauer Bär)	14.9.1899	16.6.1910	14.8.1896	31.5.1940	8.7.1946
Chiemsee	244	172	164	140 ³	117 ³
(Herrenwörth)	15.9.1899	9.6.1892	8.1897	8.9.1920	2.6.1940
Eibsee	430	378	362	355	352
(Eibsee)	7.9.1910	14.8.1926	11.10.1937	25.8.1938	17.9.1940

¹ Hochwassermarken nachträglich eingemessen (Q 18).² Stau durch Brückensprengung am Auslauf.³ Nach der Absenkung.

4. DIE GRÖSSTEN WASSERKLEMMEN

(an Pegeln beobachtet; cm)

Staffelsee (Seehausen)	4 1. 11. 1947	11 30. 11. 1943	13 16. 3. 1909	13 31. 5. 1934
Würmsee (Starnberg)	29 ¹ 9. 11. 1947	40 ¹ 15. 1. 1949	43 ¹ 31. 12. 1948	
Simssee (Krottenmühl)	—31 1. 2. 1925	—29 16. 9. 1911	—23 4. 11. 1947	—22 9. 6. 1918
Waginger See (Tettenhausen)	49 31. 10. 1947	50 13. 6. 1918	51 16. 9. 1911	
Walchensee (Walchensee, km 75,0)	—641 6. 3. 1947	—619 25. 3. 1949	—532 1. 4. 1950	
Tegernsee (Tegernsee, St. Quirin)	0 1. 3. 1866	7 12. 1865	10 10. 1864	11 7. 11. 1949
Schliersee (Schliersee)	16 25. 12. 1920	18 27. 11. 1918	20 4. 9. 1921	21 12. 3. 1917
Ammersee (Stegen)	9 1. 11. 1947	13 28. 11. 1943	15 8. 1. 1949	16 31. 12. 1948
Kochelsee (Grauer Bär)	—6 29. 3. 1921	—4 24. 12. 1920	—1 2. 2. 1922	
Chiemsee (Herrenwörth)	—77 3. 11. 1947	—75 13. 1. 1909	—74 15. 9. 1911	—74 28. 1. 1925
Eibsee (Eibsee)	28 22. 3. 1930	30 31. 3. 1944	42 26. 3. 1943	43 25. 3. 1929

¹ Ob sich hier vielleicht das verflachte Abflußgefälle bemerkbar macht?

5. DIE GRÖSSTEN AMPLITUDEN

(auf Grund von Pegelbeobachtungen; cm)

Staffelsee (Seehausen)	172	Tegernsee (Tegernsee, St. Quirin)	287
Würmsee (Starnberg)	117	Schliersee (Schliersee)	151
Simssee (Krottenmühl)	218 ¹	Ammersee (Stegen)	205
Waginger See (Tettenhausen)	198	Kochelsee (Grauer Bär)	320 ²
Walchensee (Walchensee, km 75,0)	74 ¹	Chiemsee (Herrenwörth)	321 ²
		Eibsee (Eibsee)	402

Diese Werte zeigen den Unterschied zwischen den absolut höchsten (HHW) und absolut niedrigsten (NNW) Tagesständen an den entsprechenden oberbayerischen Seen.

B. QUELLENVERZEICHNIS (Q)

1. Pegelstammbuch des Pegels Eibsee vom 7. 11. 1951 (GM)³
2. Urkunde des Pegels Eibsee (GM)
3. Akt Schriftverkehr des Pegels Eibsee (GM)
4. Pegelstammbuch des Pegels Schliersee vom 19. 2. 1951 (GM)
5. Urkunde des Pegels Schliersee (GM)
6. Akt Schriftverkehr des Pegels Schliersee (GM)
7. Pegelstammbuch des Pegels Westenhofen vom 29. 8. 1951 (GM)
8. Urkunde des Pegels Westenhofen (GM)
9. Deutsches Gewässerkdl. Jahrbuch, Donaugebiet, Abflußjahr 1946, München 1950
10. 3. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Miesbach, München 1932 (VM)
11. Deutsches Gewässerkdl. Jahrbuch, Donaugebiet, Abflußjahr 1947/48/49, München 1951
12. Urkunde des Pegels Grauer Bär (GM)
13. Akt Schriftverkehr des Pegels Grauer Bär (GM)
14. 2. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Miesbach, 1931 (VM)
15. Akt 12370/60-72 (BW)
16. Urkunde des Pegels Rohrseebrücke (GM)
17. Pegelstammbuch des Pegels Krottenmühl vom 27. 2. 1951 (GM)
18. Urkunde des Pegels Krottenmühl (GM)

¹ Hochwasser von 1892 berücksichtigt.

² Einschließlich Seespiegelabsenkung.

³ Die eingeklammerten Abkürzungen bei den Quellenangaben verweisen auf den Besitzer dieser Unterlagen (siehe Verzeichnis über Abkürzungen und Zeichen).

19. Akt Schriftverkehr des Pegels Krottenmühl (GM)
20. Bayer. Präzisionsnivellement, H. 2 (Ergänzungsmessungen) 1919 (VM)
21. 2. Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Aibling vom Februar 1932 (VM)
22. Urkunde des Pegels Seehausen (GM)
23. 1. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Garmisch, 1950 (VM)
24. Pegelstammbuch des Pegels Obernach vom 23. 10. 1951 (GM)
25. Urkunde des Pegels Obernach (GM)
26. Pegelstammbuch des Pegels Oberhausen vom 23. 10. 1951 (GM)
27. Urkunde des Pegels Oberhausen (GM)
28. Akt Schriftverkehr des Pegels Oberhausen (GM)
29. Urkunde des Pegels Tettenhausen (GM)
30. Akt Schriftverkehr des Pegels Tettenhausen (GM)
31. Höhenverzeichnis der Festpunkte im Gebiet des Waginger Sees (VM)
32. 4. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Berchtesgaden vom Juli 1949 (VM)
33. Urkunde des Pegels Unverzug (GM)
34. Akt Schriftverkehr des Pegels Unverzug (GM)
35. Pegelstammbuch des Pegels St. Quirin (GM)
36. Urkunde des Pegels St. Quirin (GM)
37. Akt Schriftverkehr des Pegels St. Quirin (GM)
38. Urkunde des Pegels bei km 75,0 (GM)
39. Akt Schriftverkehr des Pegels bei km 75,0 (GM)
40. Akt 12370/40-49 (BM)
41. Archivunterlagen der Bayernwerk AG. (BM)
42. Pegelstammbuch des Pegels Stegen vom 20. 5. 1950 (GM)
43. Urkunde des Pegels Stegen (GM)
44. Akt Schriftverkehr des Pegels Stegen (GM)
45. Urkunde des Flußpegels Stegen (GM)
46. 2. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Dachau vom März 1933 (VM)
47. 5. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Landsberg vom Dezember 1937 (VM)
48. Pegelstammbuch des Pegels Starnberg/See vom 12. 7. 1950 (GM)
49. Urkunde des Pegels Starnberg/See (GM)
50. Akt Schriftverkehr des Pegels Starnberg/See (GM)
51. Pegelstammbuch des Pegels Starnberg/Würm vom 12. 7. 1950 (GM)
52. Urkunde des Pegels Starnberg/Würm (GM)
53. Akt Schriftverkehr des Pegels Starnberg/Würm (GM)
54. Pegelstammbuch des Pegels Starnberg/Würm (SM)
55. 2. Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Starnberg vom Februar 1931 (VM)
56. Pegelstammbuch des Pegels Seebruck-Graben vom 18. 9. 1950 (GM)
57. Urkunde des Pegels Seebruck-Graben (GM)
58. Pegelstammbuch des Pegels Seebruck/Alz vom 18. 9. 1950 (GM)
59. Urkunde des Pegels Seebruck/Alz (GM)
60. Urkunde des Pegels Stock (GM)
61. Akt Schriftverkehr des Pegels Stock (GM)
62. 2. vorläufiges Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Aibling vom September 1949 (VM)
63. Pegelstammbuch des Pegels Chieming vom 2. 11. 1950 (GM)
64. Urkunde des Pegels Chieming (GM)
65. Pegelstammbuch des Pegels Herrenwörth vom 2. 11. 1950 (GM)
66. Urkunde des Pegels Herrenwörth (GM)
67. Akt Schriftverkehr des Pegels Herrenwörth (GM)

- 68. 2. Verzeichnis der Höhenfestpunkte im Numerierungsabschnitt Traunstein vom 28. 4. 1932 (VM)
- 69. Pegelstammbuch des Pegels Feldwies (o. D.) (GM)
- 70. Akt Schriftverkehr des Pegels Feldwies (GM)
- 71. Akt Tegernsee (WR II)

C. LITERATURVERZEICHNIS

1. Aigner, D. P. Das Tölzer Diluvium. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 4, 1910, S. 1 ff.
2. Aigner D. P. Das Murnauer Diluvium. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 8, 1913, S. 77 ff.
3. Alt, E. Frostgrenzen und Frosthäufigkeit in Süddeutschland. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 7, 1912, S. 422
4. Baumgartner, A. Niederschlagsschwankungen und Dürrefährdung mit Bezug auf den Waldbau. Forstwiss. Centralbl., 69. Jg. Heft 11, 1950
5. Bayberger, F. Der Chiemsee. Mitt. d. Ver. f. Erdkunde Leipzig, 1888/89
6. Bayberger, F. Der ehemalige See von Rosenheim. Beil. z. 10. Jahresber. 1913/14 d. Königl. Gisela-Kreisoberrealschule, München 1914
7. Königl. Bayer. Hydrot. Bureau: Verzeichnis der Flächeninhalte der Bach- und Flußgebiete im Königreich Bayern. München 1902-10
8. Bayer. Landesvermessungsamt: Tabellen zur Umwandlung der Bayer. Längen- und Flächenmaße in das metrische Maß und umgekehrt. München 1930
9. Bayer. Staatsminist. d. Innern, Ministerialbauabteilung: Denkschrift über den Ausbau der öffentl. Flüsse in Bayern (nach dem Stand vom 31. 3. 1931). München
10. Bayernwerk AG. 25 Jahre Bayernwerk. München 1946
11. Bayernwerk AG. Das Walchenseekraftwerk. München o. J. (nach 1951)
12. Becker, R. Seespiegel und Schwerestörungen. Gerlands Beitr. z. Geophysik, Bd. 22 H. 1/2, 1929
13. Blendinger, H. Das Ammerseegebiet. München o. J. (nach 1924)
14. Breu, G. Der Kochelsee. Ber. d. naturwiss. Vereins Regensburg, H. 10, 1906
15. Breu, G. Neue Seestudien in Bayern. Verhandlungen des 16. Deutschen Geographentages in Nürnberg, 1907, S. 334 ff.
16. Breu, G. Der Tegernsee. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 2, 1907, S. 93 ff.
17. Brooks, C. E. P. Variations of the Levels of the Central African Lakes, Victoria and Albert. Geophys. Memoirs, Nr. 20, London 1923
18. Brückner, E. Die Schwankungen des Wasserstandes im Kaspischen Meer, dem Schwarzen Meer und der Ostsee in ihrer Beziehung zur Witterung. Ann. d. Hydrogr., 16. Jg. H. 2, 1888, S. 55 ff.
19. Brückner, E. Klimaschwankungen seit 1700. Geogr. Abh., Heft 2, 4, Wien 1890
20. Brückner, E. Über Schwankungen der Seen und Meere. Verhandl. d. 9. Deutschen Geographentages in Wien, 1891, S. 209 ff.
21. Brückner, E. Klimaschwankungen 1813-1912 in Vorderindien. Penck-Festschrift, Stuttgart 1918, S. 212 ff.
22. Bundesanstalt f. Gewässerkunde: Pegelvorschrift. Bielefeld 1951, 2. Aufl.
23. Clayton, H. H. Meteorological Periods. Transact. Am. Geophysic. Union, 16. Meeting, 1935, S. 158 f.
24. Credner, W. Die Alpenseen, ihr Werden und Vergehen. Bayerland, Bd. 46, 1935, S. 385 ff.
25. Dacqué, E. Geologische Aufnahme des Gebietes um den Schliersee und Spitzingsee in den oberbayerischen Alpen. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 7, 1912, S. 211 ff.
26. Dammann, W. Klimaschwankungen und Wetterlage in Mitteleuropa, 1881-1930. Met. Rdsch., 1. Jg., 1948, S. 411 ff.

27. Deutscher Wetterdienst in der US-Zone: Klima-Atlas von Bayern. Bad Kissingen 1952
28. DIN-Vorschriften Gewässerkunde 4049. Entwurf August 1952
29. Dirschel, K. Die Anfänge einer wissenschaftl. Seenkunde. Münchener Geogr. Studien, 25. St., 1911
30. Dorn, P. Geologie von Mitteleuropa. Stuttgart 1951
31. Düll Die Auswertung von Pegelbeobachtungen. Die Bautechnik, 5. Jg., H. 20, 1927, S. 283 ff.
32. Ebers, E. Die Eiszeit im Landschaftsbild des Bayerischen Alpenvorlandes. München 1934
33. Ebers, E. Die diluviale Vergletscherung des bayer. Traungebietes. Veröff. Ges. f. Bayer. Landeskunde, München 1939
34. Ebert, H. Period. Seespiegelschwankungen, beobachtet am Starnberger See. Sitz.-Ber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., math.-phys. Klasse, 30, München 1900
35. Endrös, A. Seeschwankungen (Seiches), beobachtet am Chiemsee. Diss., Traunstein 1903
36. Endrös, A. Die Seiches des Waginger-Tachinger Sees. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., Bd. 35 H. 3, 1905, S. 447 ff.
37. Endrös, A. Die Seeschwankungen (Seiches) des Chiemsees. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., München, Bd. 36, 1906, S. 297 ff. Auszug: Pet. Mitt. 1907, S. 21
38. Endrös, A. Die Vibrationen der Seen. Pet. Mitt. 1912, 1. Bd., S. 257 f.
39. Endrös, A. Vibrationsbeobachtungen in den oberbayer. Seen und analoge Erscheinungen in den Meeren. Sitz.-Ber. d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., München, math.-phys. Klasse, Jg. 1912, S. 515 ff.
40. Endrös, A. Der Sims-See und seine Seeschwankungen (Seiches). Progr. d. Kgl. Hum. Gymn. Freising, 1912/13, Freising 1913
41. Endrös, A. Grundwellen, eine alte deutsche Bezeichnung für Seiches. Pet. Mitt. 1926, S. 260
42. Endrös, A. Gezeitenbeobachtungen in Binnenseen. Ann. d. Hydrogr., Bd. 58 H. 9, 1930, S. 305 ff.
43. Ertl Die Ammer. Eine morphologische Studie. Wasserkraft und Wasserwirtschaft 32, 1937, S. 49 ff.
44. Fatio de Duillier Remarques sur l'histoire naturelle du lac de Genève. 1730 (nach Dirschel, s. Nr. 29)
45. Fels, E. Der heutige Stand der Kenntnisse über die bayerischen Seen. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 9, 1914, S. 375 ff.
46. Fels, E. Der Walchensee. Der Alpenfreund, Nov./Dez. 1923, S. 225 ff. und 247 ff.
47. Fels, E. Die bayerische Seenforschung. Zeitschrift D. Ö. A. V. 1924, S. 91 ff.
48. Fels, E. Vermessung und Morphologie des Walchenseebeckens. Arch. f. Hydrobiol. 6, 1928
49. Fels, E. Die Isar unter der Hand des Menschen. Ztschr. f. Erdk. Berlin, 6. Jg. H. 13, 1938, S. 513 ff.
50. Fels, E. Walchensee, Achensee und Isar. Die Erde, Bd. 2, 1950/51, S. 1 ff.
51. Flohn, H. Die Niederschlagsverteilung in Süddeutschland und ihre Ursachen im Lichte der modernen Klimatologie. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 32, 1939, S. 1 ff.
52. Flohn, H. Witterung und Klima in Deutschland. Forsch. z. Deutsch. Landeskunde, Bd. 41, 1942
53. Flohn, H. Jahresablauf der Witterung in Mitteleuropa. Geogr. Taschenbuch 1950, S. 161 ff.
54. Forel, F. A. Le Léman. 2 Bde. Lausanne 1892/95.
55. Gams, H. u. Nordhagen, R.: Postglaziale Klimaänderungen und Krustenbewegungen in Mitteleuropa. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 16, 1923, S. 13 ff.

56. Geistbeck, A. Die Seen der deutschen Alpen. Mitt. d. Vereins f. Erdk. Leipzig 1884/85 S. 203 ff.
57. Gierloff-Emden, H. G. ... Die Wasserstände der Weser und ihre Beziehungen zu den Großwetterlagen. Diss., Hamburg 1950
58. Götz, F. W. Zur Klimaschwankung der letzten Jahrzehnte. Verhdl. d. schw. nat.forsch. Ges. 1945, S. 130 f.
59. Götzing, G. Einige neuere Aufgaben der Alpenseeforschung. Penck-Festschrift, Stuttgart 1918, S. 257
60. Gradmann, R. Das Problem der Klimaänderung in historischer Zeit. Geogr. Zeitschr. 1915, S. 586 ff.
61. Gradmann, R. Süddeutschland. 2 Bde., Stuttgart 1931
62. Groissmayr, F. B. Die große säkulare Klimawende um 1940 und das Katastrophenjahr 1947 in Zentraleuropa. Ber. d. Deutsch. Wetterdienstes in der US-Zone 10, Bad Kissingen 1949
63. Günther, S. Handbuch der Geophysik II. Stuttgart 1899, 2. Aufl.
64. Haeuser, J. Niederschlagsbelastung der bayerischen Flußgebiete; Mittelwert 1901 bis 1910. Veröff. d. Bayer. Landesstelle f. Gewkde., München 1927
65. Haeuser, J. Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern und in den angrenzenden Staaten. Veröff. d. Bayer. Landesstelle f. Gewkde., München 1930
66. Halbfäß, W. Die Morphometrie der europäischen Seen. Zeitschr. Ges. f. Erdkde. Berlin, 1903
67. Halbfäß, W. Die Tieferlegung des Chiemsees. Globus, Bd. 86, 1904, S. 241 ff.
68. Halbfäß, W. Die Projekte der Wasserkraftanlagen am Walchensee und Kochelsee in Oberbayern. Globus, Bd. 88, 1905, S. 296 f.
69. Halbfäß, W. Inwieweit kann die Seenkunde die Lösung klimatologischer Probleme fördern? Verhandl. d. 16. Deutschen Geographentages in Nürnberg, 1907, S. 319 ff.
70. Halbfäß, W. Klimatologische Probleme im Lichte moderner Seenforschung. 35. Jahresber. d. Gymn. Neuhaßensleben, 1908
71. Halbfäß, W. Die Seen der Erde. Pet. Erg.-H. 185, 1922
72. Halbfäß, W. Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde. Berlin 1923
73. Halbfäß, W. Der Bodensee und der Genfersee, eine Parallele. Geogr. Zeitschr. 1927, S. 433 ff.
74. Hann-Süring. Lehrbuch der Meteorologie. 2 Bde. Leipzig 1939/51, 5. Aufl.
75. Hauf, E. Die Umgestaltung des Innstromgebietes durch den Menschen. Diss., München 1950
76. Heim, F. Die Absenkung des Walchensees und ihre Auswirkungen. Mitt. D.Ö.A.V., 1925, Sonderdruck
77. Heindel, K. Die Umgestaltung der Isar durch den Menschen. Diss., München 1936
78. Hellmann, G. Untersuchungen über die Schwankungen der Niederschläge. Veröff. d. Preuß. Met. Inst., Abhandl., Bd. 3 Nr. 1, Berlin 1909
79. Herpich, H. Die Eisverhältnisse in den südbayerischen Seen. Münchener Geogr. Studien, 26. St., 1911
80. Holler Die Speicherausnützung des Ammersees. Dtsch. Wasserwirtsch., 20. Jg. H. 6, 1926
81. Holm, K. F. Die thermische Kontinentalität in Europa während der „Normalperiode“ 1901–1930 und ihre Schwankungen. Pet. Mitt. 1953, S. 26 ff.
82. Jäger, J. Der Tegernsee. Globus, Bd. 88, 1905, S. 357 ff.
83. Jäger, J. Der Schliersee. Globus, Bd. 89, 1906, S. 363 ff.
84. Jäger, J. Der Würm- oder Starnbergersee. Globus, Bd. 96, 1909, S. 45 ff. und 61 ff.
85. Jahrbücher Jahrbuch d. Kgl. Bayer. Hydrotechn. Bureaus, München
Jahrbuch f. d. Gewässerkunde d. Deutsch. Reiches, Berlin
Dt. Gew. Jahrbuch, Donauebiet, München

86. Jessen, O. Fernwirkungen der Alpen. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 35, 1949/50, S. 7 ff.
87. Knoch, K. Klima und Klimaschwankungen. Leipzig 1930
88. Knoch, K. Betrachtungen zum Jahresgang der Niederschläge in Deutschland. Pet. Mitt. 1944, S. 74 ff.
89. Knoch, K. Die „Normalperiode“ 1901–1930 und ihr Verhältnis zu längeren Perioden. Met. Rundsch., 1. Jg. 1947, S. 10 ff.
90. Knoch, K. u. Reichel, E. . Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen. Abh. d. Preuß. Met. Inst. Berlin, Bd. 9 Nr. 6, 1930
91. Kunisch, E. Der Gardersee und Gr. Dolgensee. Diss., Greifswald 1913
92. Lies, K. Die Sommer- und Herbstregen im Alpengebiet in Abhängigkeit von Wetterlage und Gebirgsrelief. Diss., Freiburg 1927
93. Loh, W. Untersuchungen über Klimaschwankungen an Hand der 100jährigen Beobachtungsreihe der Met. Station Darmstadt. Diss., Gießen 1936
94. Lohr, A. Die Niederschlagsverhältnisse in Bayern im Durchschnitt der Jahre 1901 bis 1945. Beiträge zur Gewässerkunde; Festschr. der Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde . . . , München 1950, S. 16 ff.
95. Machatschek, F. Physiographie des Süßwassers. Samml. Natur und Geisteswelt, Leipzig-Berlin 1919
96. Maurer, Z. Die Verdunstung auf d. Seen am Nordfuß d. Alpen während d. großen Hitze- und Dürrezeit 1911. Met. Zeitschr. Bd. 28, 1911, S. 545.
97. Mayr-Nenning Die Senkung des Chiemseespiegels mittels Korrektur des Alzausflusses bei Seebruck. Traunstein 1905 (ungedruckt)
98. Meiser, H. Die bayer. Seen, ihre Wirtschaft auf geographischer Grundlage. Diss. München 1937
99. Möller, L. Bemerkungen zur Hydrographie d. Gewässer. Erdkunde, Bd. 2, 1948, S. 313
100. Münchsdorfer, F. Bayerns Boden, 1. Teil: Südbayern. München 1932
101. Penck, A.–Brückner, E. . . Die Alpen im Eiszeitalter, Bd. 1. Leipzig 1909
102. Puchstein Die mittl. Tiefe u. d. Volumen d. Seen d. deutschen Alpen. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien, 1886, S. 18
103. Reichel, E. Die Niederschlagsverteilung in den Alpen. Zeitschr. D.Ö.A.V., 62. Bd., 1931, S. 21 ff.
104. Reichsamt f. Wetterdienst: Klimakunde d. Deutsch. Reiches. Berlin 1939
105. Reichsverkehrsministerium: Pegelvorschrift. Berlin 1935
106. Reuter, L. Der Boden Südbayerns mit seinen Quellen und Grundwasservorräten. Festschr. 60 Jahre Bayer. Landesamt f. Wasserversorgung, 1878–1938, München 1938
107. Reuter, L. Die obere Alz i. Chiemgau u. d. Hydrographie ihres Gebietes im Hinblick a. d. Wasserkraftausbau. Die Wasserwirtschaft, Jg. 41 H. 4, 1950/51, S. 94 ff.
108. Ringleb, F. Klimaschwankungen in NW-Deutschland, seit 1835. Münster 1940
109. Roth, E. Seen des bayer. Hochlandes. Bayerland, Bd. 46, 1935, S. 397 ff.
110. Rothpletz, A. Die Osterseen und der Isarvorlandgletscher. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 12, 1917, S. 99 ff.
111. Schmauß, A. Singularitäten im jährlichen Witterungsverlaufe von München. Deutsch. Met. Jb. f. Bayern 1928
112. Schmauß, A. Singularitäten im jährlichen Witterungsverlaufe auf der Zugspitze. Deutsch. Met. Jb. f. Bayern 1930/31
113. Schmauß, A. Das Problem der Wettervorhersage. Leipzig 1942
114. Schmauß, A. Gedanken über Klimaschwankungen. Mitt. d. H. G. Akad. d. D. Forstwiss. 2, 1942, S. 172 ff.
115. Schmidt, F. Die Ammer einst und jetzt. Diss., Pasing 1930

116. Schmidtler, K. Eisbeobachtungen am Starnbergersee. Int. Revue d. ges. Hydrobiol., Bd. 41 H. 4/6, 1942
117. Schmidt-Thomé, P. Der Einfluß d. Alpengletscher auf den Wasserhaushalt d. süddeutschen Flüsse. Das Gas- u. Wasserfach, Jg. 91 H. 11, 1950
118. Schuster, M. Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh., Bd. 1. München 1929
119. Schwalbe, G. Die Schwankungen der Temp., d. Niederschlags und d. Luftdrucks von Jahrzehnt zu Jahrzehnt seit 1719. Met. Zeitschr. 58, 1941, S. 447 ff.
120. Schweizer, B. Die Wassernamen des Ammersees. Bayerland, 37. Jg., 1926, S. 376 ff.
121. Secrétariat de l'Organisation Météorologique Internationale. Conférence des directeurs à Varsovie, 6.-13. September 1935. Procès-verbaux des séances de la conférence.
122. Seifert, R. Von Abflußmessungen, Pegeln und Pegelbeobachtungen. Zentralbl. d. Bauverw. 1927, 42
123. Simon, L. Die Entstehung der voralpinen bayerischen Seen. Diss., München 1920
124. Simon, L. Die südbayerischen Seen am Ende der Eiszeit. Nat. und Kultur, 18. Jg. H. 9, München 1920/21
125. Simon, L. Der Werdegang unserer südbayer. Seen. Bayerland, 37. Jg., 1926, S. 449 ff.
126. Streck, O. Wasserwirtschaft und Gewässerkunde. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1953
127. Swarowsky, A. Die Schwankungen d. Neusiedler Sees. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien, 1886, S. 15
128. Thienemann, A. Die Binnengewässer (Einzeldarstellungen aus der Limnologie ...). Stuttgart 1929-1949
129. Thienemann, A. Wasserstandsbeobachtungen im Garrensee, Pinnsee und Drewitzer See 1931-1944. Arch. f. Hydrobiol., Bd. 43, 1949, S. 1 ff.
130. Troll, K. Der diluviale Inn-Chiemseegletscher. Stuttgart 1924
131. Troll, K. Das Inn- und Chiemseevorland. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 17, 1924, S. 1 ff.
132. Ule, W. Der Starnberger See. Geogr. Zeitschr. 1897, S. 545 ff.
133. Ule, W. Der Würmsee in Oberbayern. Wiss. Veröff. d. Ver. f. Erdkunde Leipzig, 5. Bd., 1901
134. Ule, W. Alter und Entstehung des Würmsees. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde Berlin, 1904
135. Ule, W. Studien am Ammersee in Oberbayern. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 1, 1906, S. 561 ff.
136. Ule, W. Physiogeographie des Süßwassers. Encyklop. d. Erdkunde, Leipzig-Wien 1925
137. Ungeheuer, H. Zur Statistik des Föhns im Voralpengebiet. Ber. d. Deutsch. Wetterdienstes in der US-Zone, Nr. 16, Bad Kissingen 1950
138. Utz, F. Naturbeobachtungen am Ammersee. Bayerland, Bd. 37, 1926, S. 362 ff.
139. Wagner, A. Klimaänderungen und Klimaschwankungen. Braunschweig 1940
140. Wagner, I. Zwei neue Wasserkraftanlagen im deutschen Alpenland. Geogr. Rundsch., 2. Jg., 1950, S. 268 f.
141. Wasmund, E. Grundwasserverhältnisse und Seespiegelschwankungen im oberbayer. Osterseegebiet. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 27, 1934, S. 87 ff.
142. Woeikof, A. Die Seespiegelschwankungen zwischen Aralsee und Baraba und die Brücknersche Hypothese. Pet. Mitt. 1901, S. 199 ff.
143. Wundt, W. Gewässerkunde. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1953
144. Zorell, F. Beiträge zur Kenntnis der oberbayerischen Osterseen. Mitt. Geogr. Ges., München, Bd. 33, 1940/41, S. 19 ff.
145. Zorell, F. Neuauslotungen oberbayerischer Seen. Mitt. Geogr. Ges. München, Bd. 36, 1951, S. 197 ff.
146. Sieger, R. Die Schwankungen der Hocharmenischen Seen. Mitth. d. k.k. Geogr. Ges. in Wien, Jg. 1888
147. K. Statist. Amt Die Stromgebiete des Deutschen Reiches. Bd. 179 Teil III. b: Gebiet der Donau, Berlin 1907

D. ABKÜRZUNGEN UND ZEICHEN

BW	Bayernwerk AG.
F.P.	Festpunkt
GM	Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde München
HFP	Hauptfestpunkt
HHW	Äußerster oberer Grenzwert der Wasserstände
HMW	Höchster Wert der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
H ₂ MW	Zweithöchster Wert der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
HW	Höchster Wert der Wasserstände
Max _R W	Relatives Maximum der Wasserstände
Max _{R1} MW...	Höchstes relatives Maximum der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
Max _{R2} MW...	Zweithöchstes relatives Maximum der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
Min _R W	Relatives Minimum der Wasserstände
Min _{R1} MW...	Niedrigstes Minimum der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
Min _{R2} MW...	Zweitniedrigstes Minimum der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
Min _{R4} MW...	Höchstes relatives Minimum der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
MW	Mittelwasserstand
n	Niederschlag in mm
NMW	Niedrigster Wert der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
N ₂ MW	Zweitniedrigster Wert der mittleren Wasserstände, Monat/Jahr
N.N.	Normalnull
NNW	Äußerster unterer Grenzwert der Wasserstände
NW	Tiefster Wert der Wasserstände
P.N.	Pegelnul
RM	Rückmarke
S.H.	Sollhöhenunterschied in cm
SM	Straßen- und Flußbauamt München
SW	Straßen- und Flußbauamt Weilheim
VM	Bayer. Landesvermessungsamt München
W	Wasserstand in cm
WR II	Wasserwirtschaftsamt II Rosenheim
WW	Wasserwirtschaftsamt Weilheim
83	Fettgedruckte Werte sind ergänzt
Λ	Maximum
∨	Minimum
⌞	Wert mit steigender Tendenz
⌟	Wert mit fallender Tendenz

21 TAFELN

zu

Walter Schumann, Wasserstandsschwankungen der oberbayerischen Seen

Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-
naturwissenschaftliche Klasse. Neue Folge, Heft 72

München 1955



Fig. 1. Ammersee

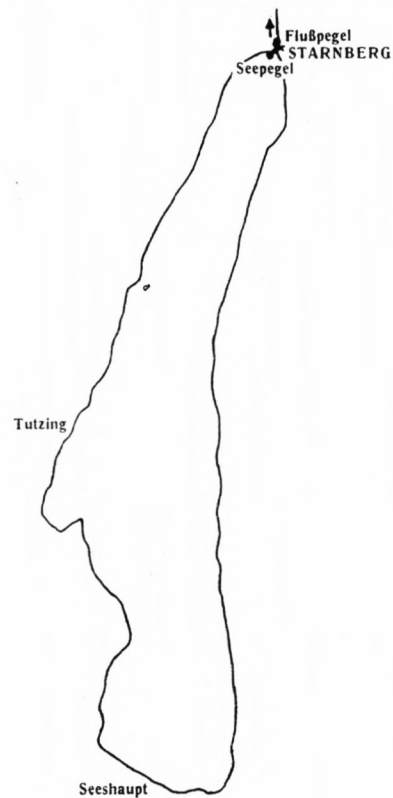


Fig. 2. Würmsee

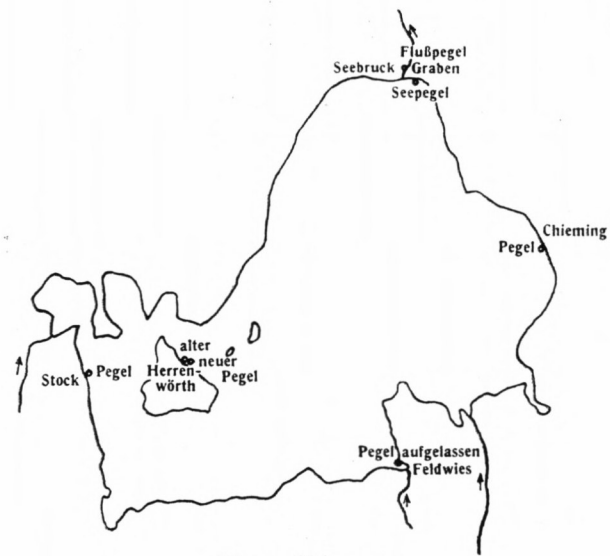


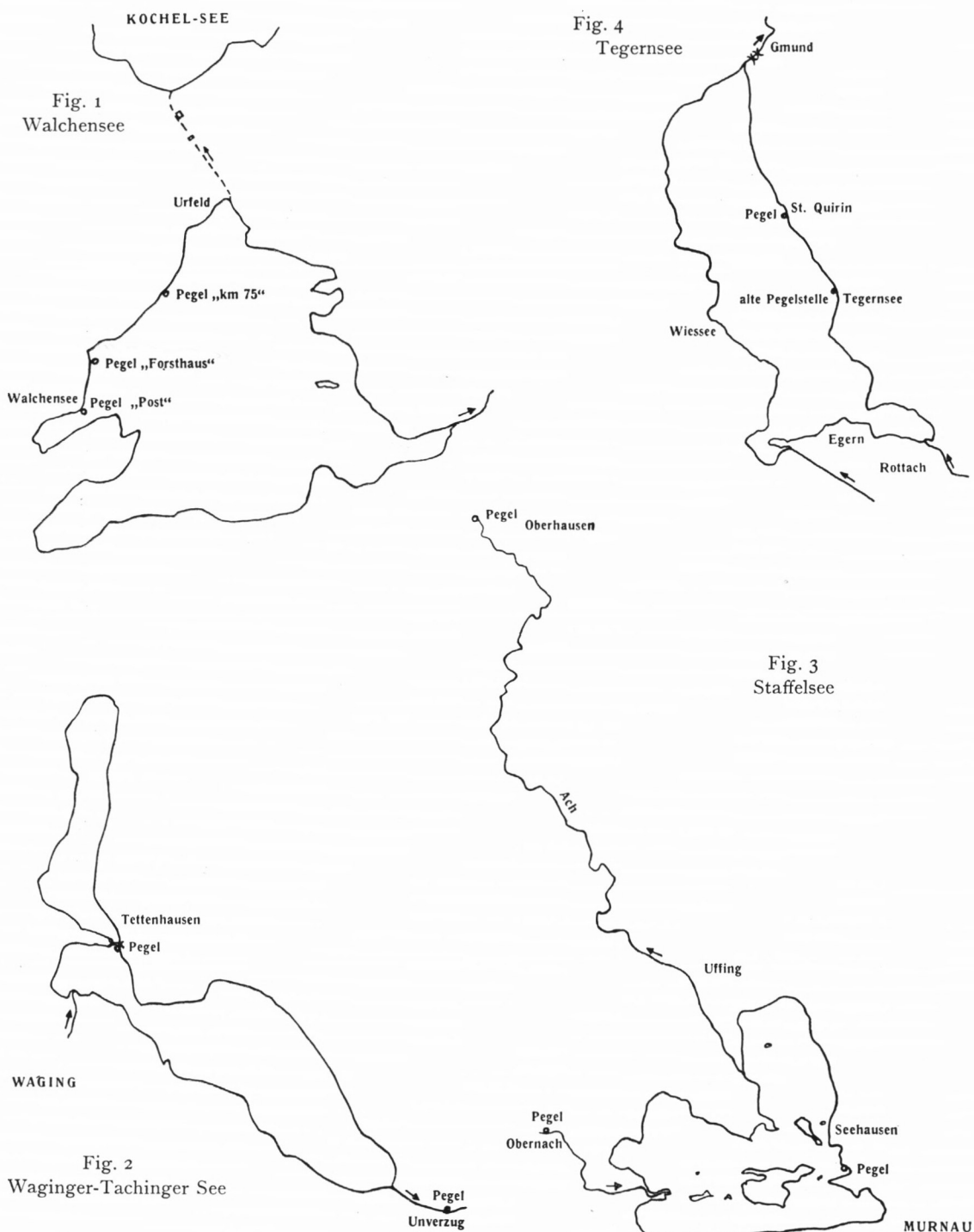
Fig. 3. Chiemsee

Pegelstandorte am Ammersee, Würmsee und Chiemsee

N
↑

1 : 200 000

TAFEL 2



N
↑

Pegelstandorte am Walchensee, Waginger See, Staffelsee und Tegernsee

1 : 100 000

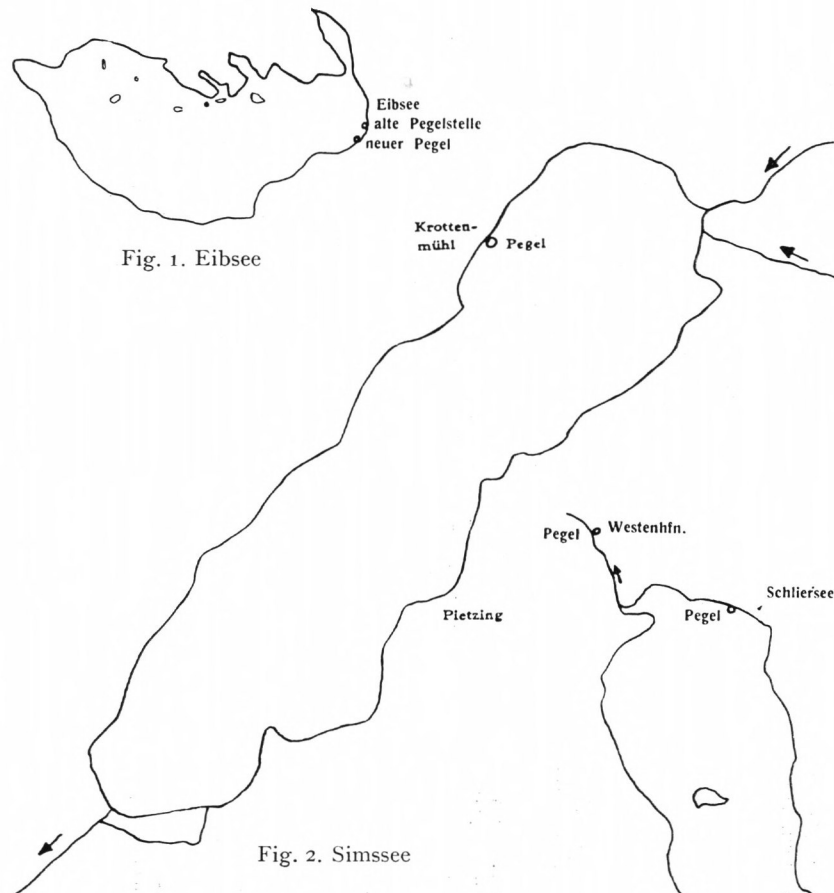
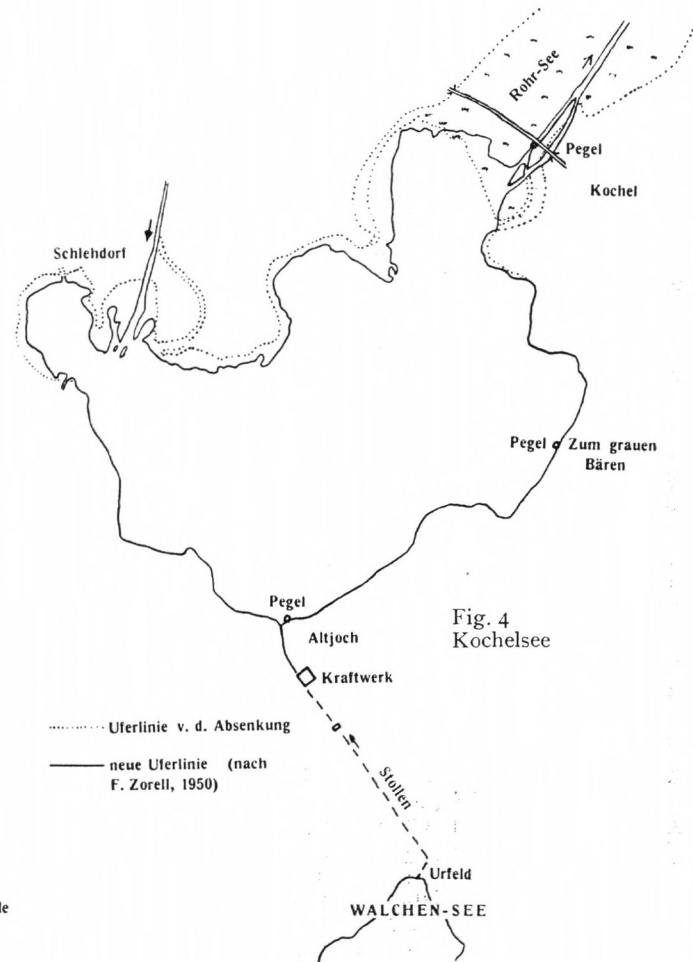


Fig. 3. Schliersee

Pegelstandorte am Eibsee, Simssee, Schliersee und Kochelsee

1 : 50000



TAFEL 4

Vergleichswerte von Pegeln am Waginger See und Schliersee

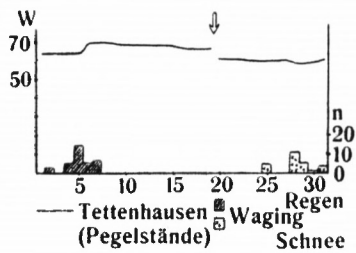


Fig. 1
Niederschlag und Wasserstand
am Waginger See im Dezember 1938

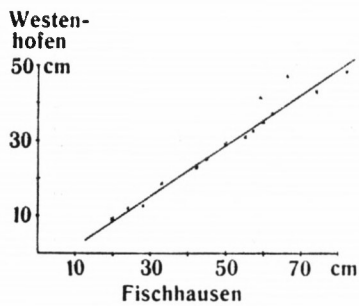


Fig. 2
Bezugslinie der Wasserstände von
Fischhausen und Westenhofen

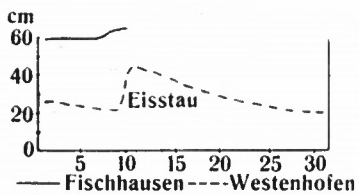


Fig. 3
Vergleich der Wasserstände von
Fischhausen und Westenhofen,
Januar 1914

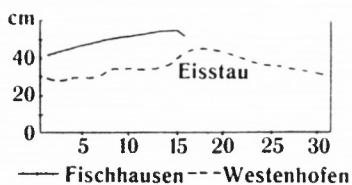


Fig. 4
Vergleich der Wasserstände von
Fischhausen und Westenhofen,
Januar 1915

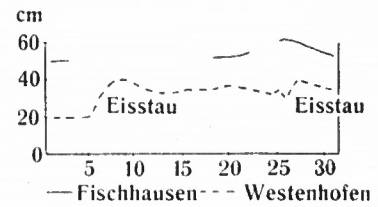


Fig. 5
Vergleich der Wasserstände von
Fischhausen und Westenhofen,
März 1915

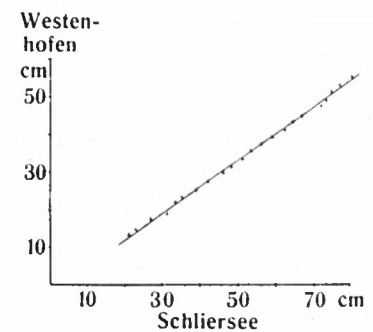


Fig. 6
Bezugslinie der Wasserstände von
Schliersee und Westenhofen

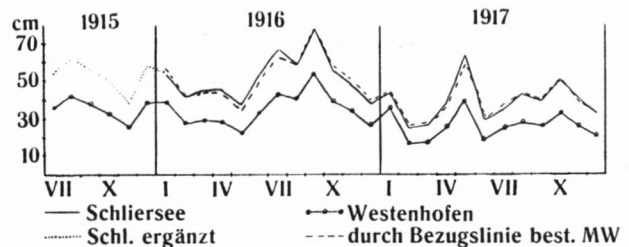


Fig. 7. Vergleich von Bezugswerten und reellen Monats-
mittelwerten von Schliersee und Westenhofen, 1915-1917

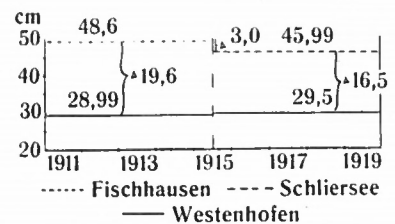


Fig. 8
P.N.-Bestimmung des Pegels
Fischhausen

Vergleichswerte von Chiemseepegeln und Diagrammerläuterungen der angewandten Benennung der spezifischen Kurvenwerte

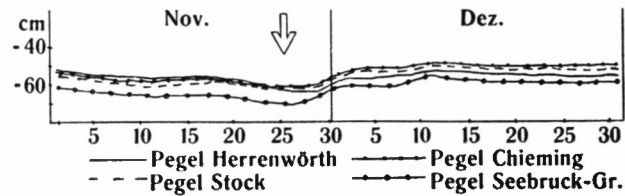


Fig. 1.

Vergleich der Wasserstände der Pegel Herrenwörth, Stock, Chieming und Seebruck-Graben, November/Dezember 1943

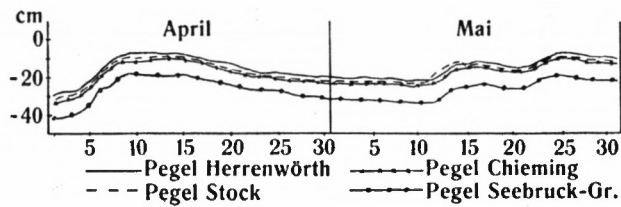


Fig. 2.

Vergleich der Pegelwerte von Herrenwörth, Stock, Chieming und Seebruck-Graben, April/Mai 1936

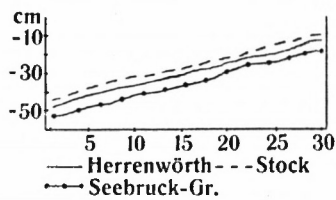


Fig. 3

Vergleich der Wasserstände an den Pegeln Herrenwörth, Stock u. Seebruck-Graben, April 1925

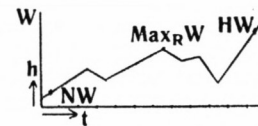


Fig. 4

Veranschaulichung des Begriffsunterschiedes verschiedener Kurvenwerte

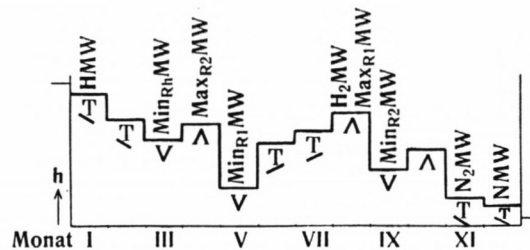
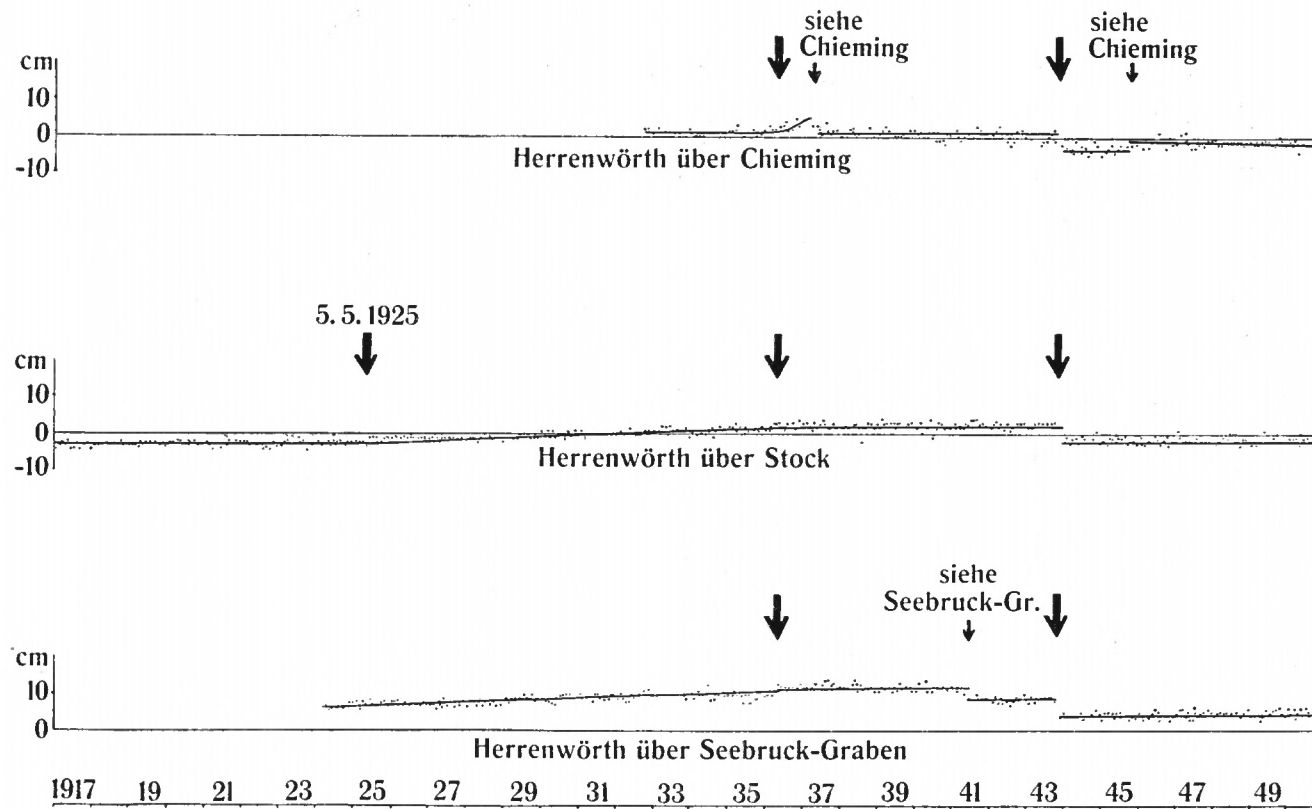


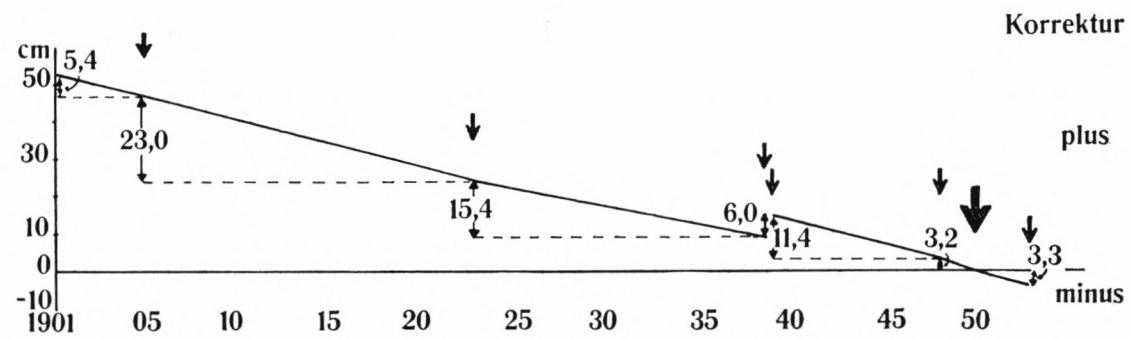
Fig. 5

Benennung spezifischer Kurvenwerte einer Wasserstandsangablinie nach Monatsmittelwerten

Differenz der Wasserstände der Chiemseepegel



Ganglinie des Pegelnullpunktes bei Tettenhausen am Waginger-Tachinger See 1901–1953



TAFEL 8

Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven
am Staffelsee, Würmsee, Simssee und Waginger See

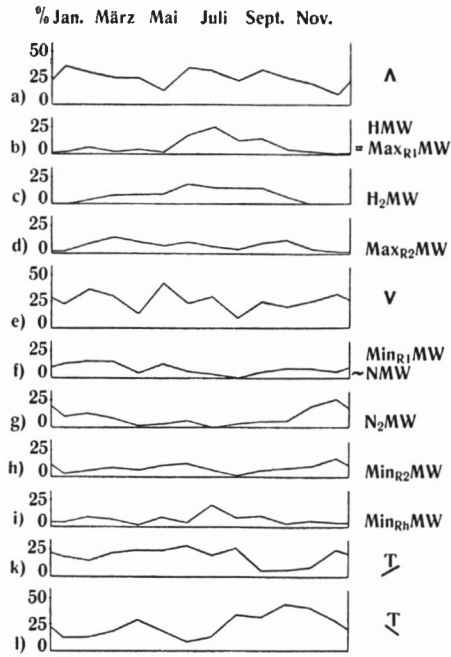


Fig. 1. Staffelsee (1909-1950)

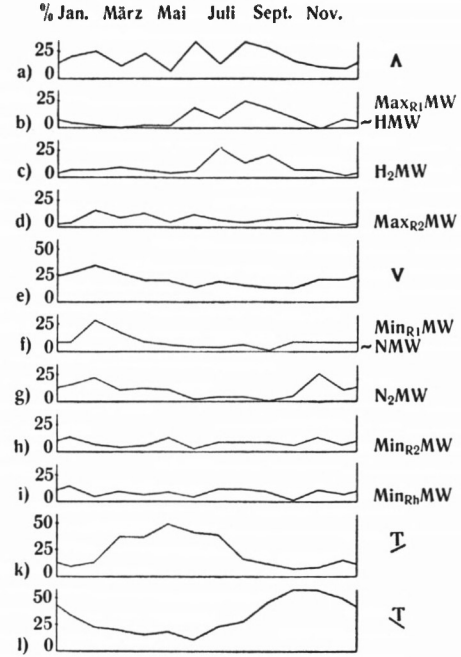


Fig. 2. Würmsee (1908-1950, ohne 1945)

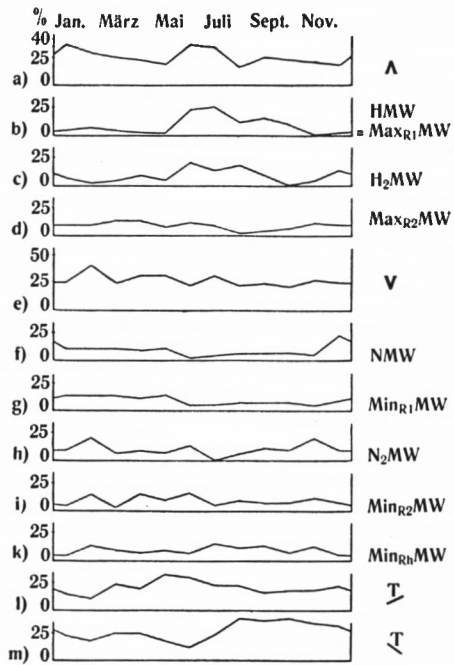


Fig. 3. Simssee (1907-1950)

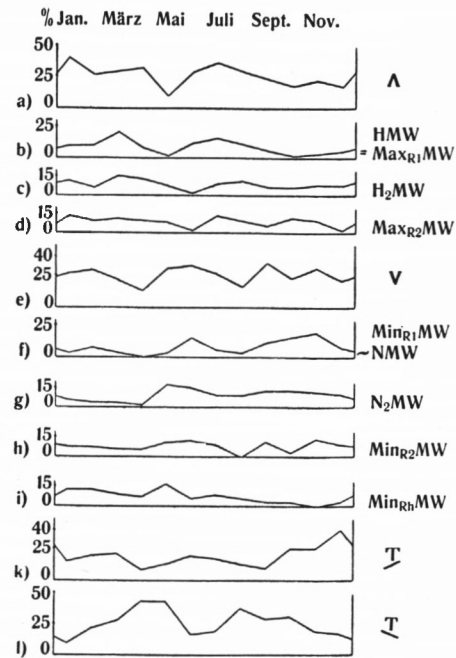


Fig. 4. Waginger See (1901-1950)

Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven
am natürlichen Walchensee, Walchenseestaubecken und Schliersee

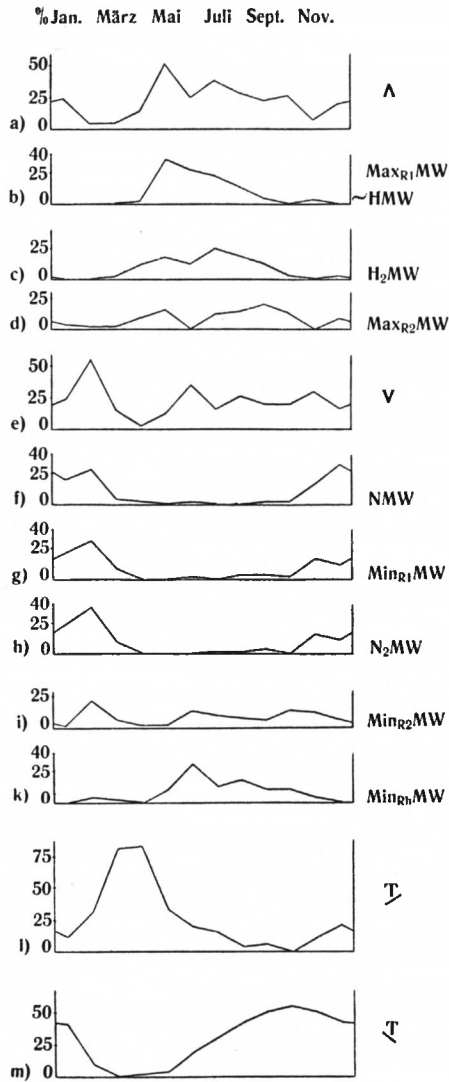


Fig. 1. Walchensee (1869-1919)

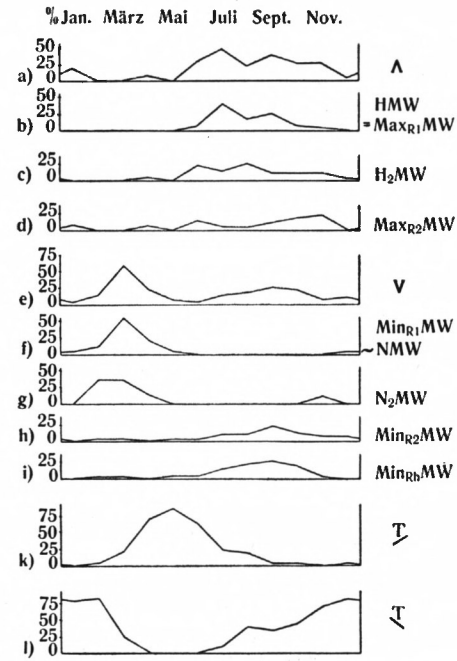


Fig. 2. Walchenseestaubecken (1924-1950)

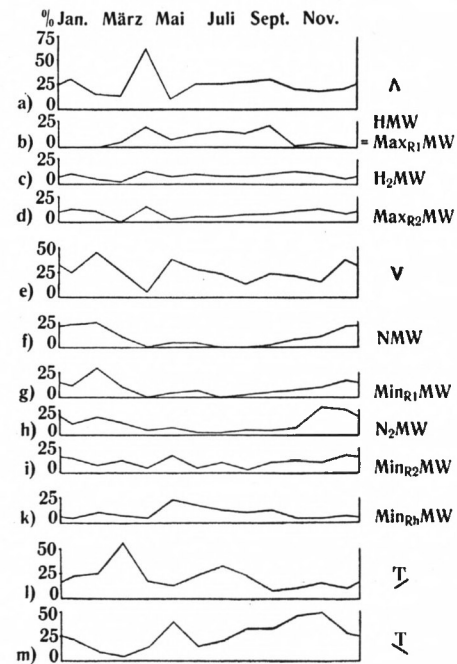
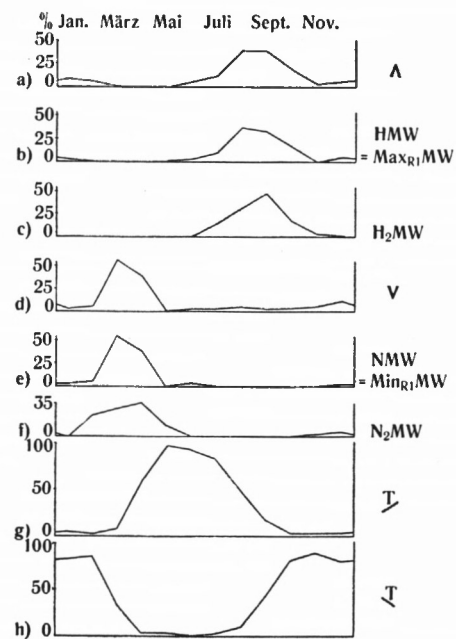
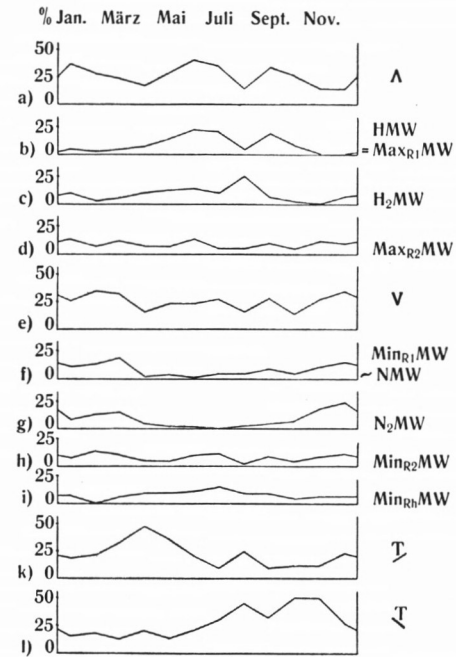
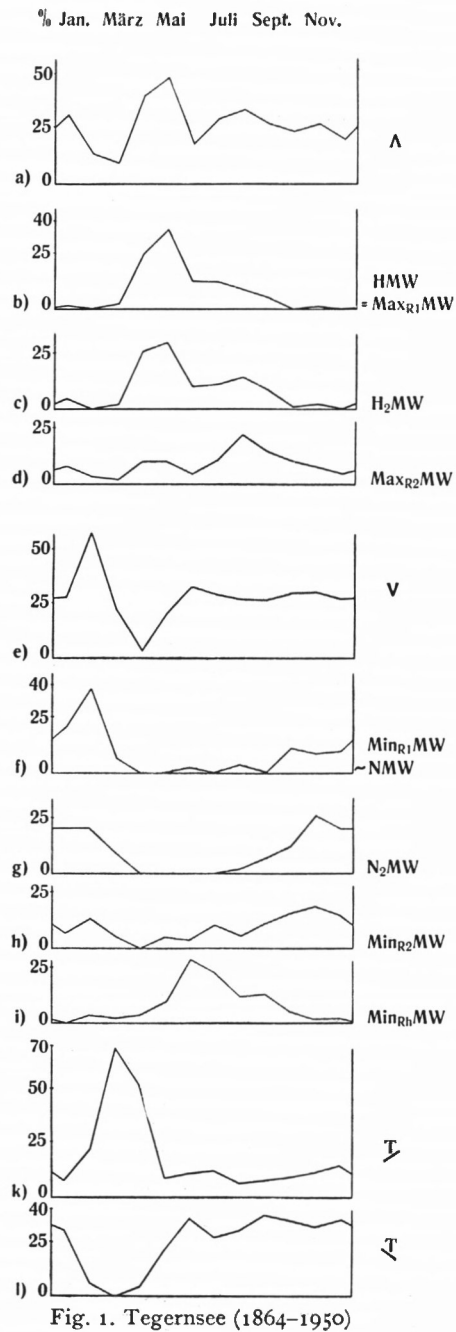
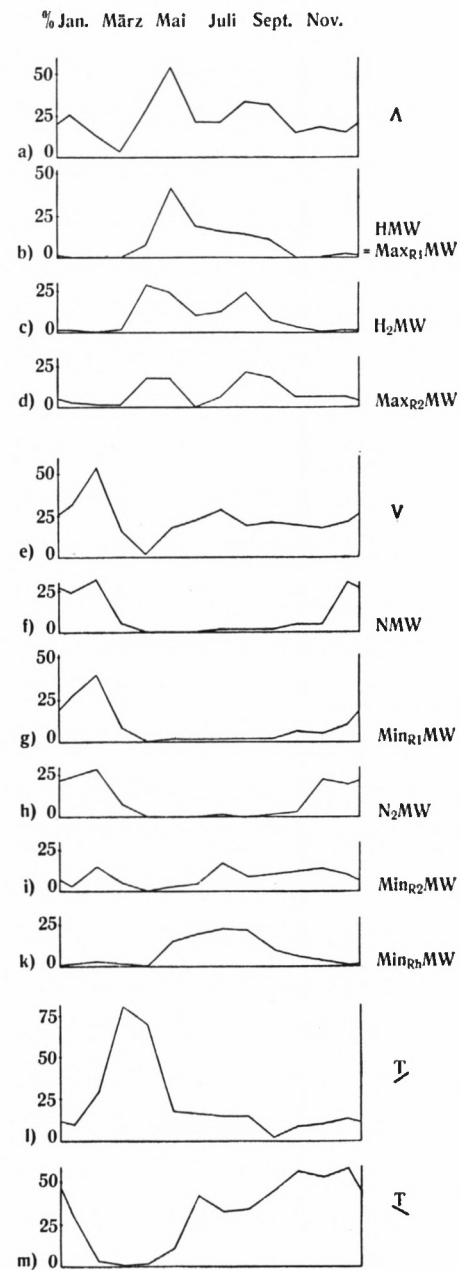
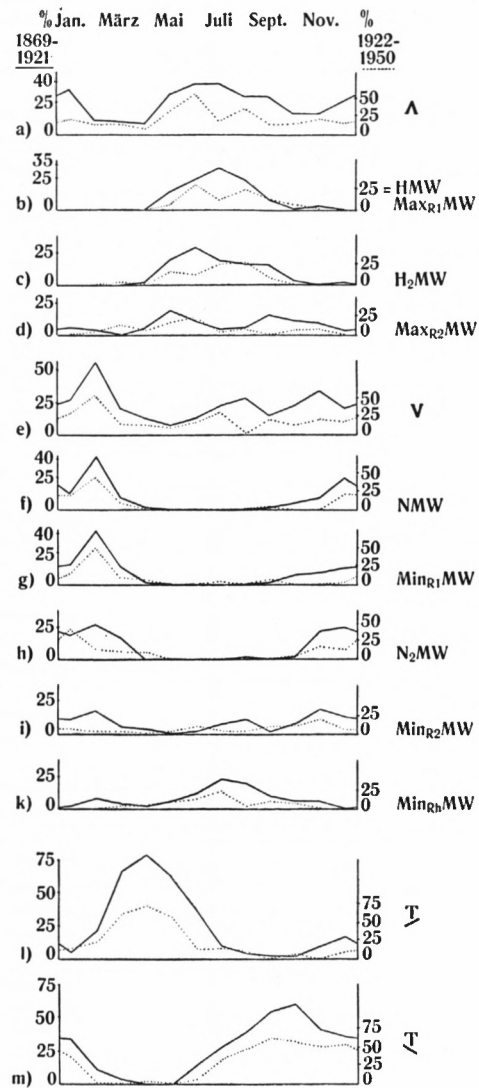


Fig. 3. Schliersee (1912-1950)

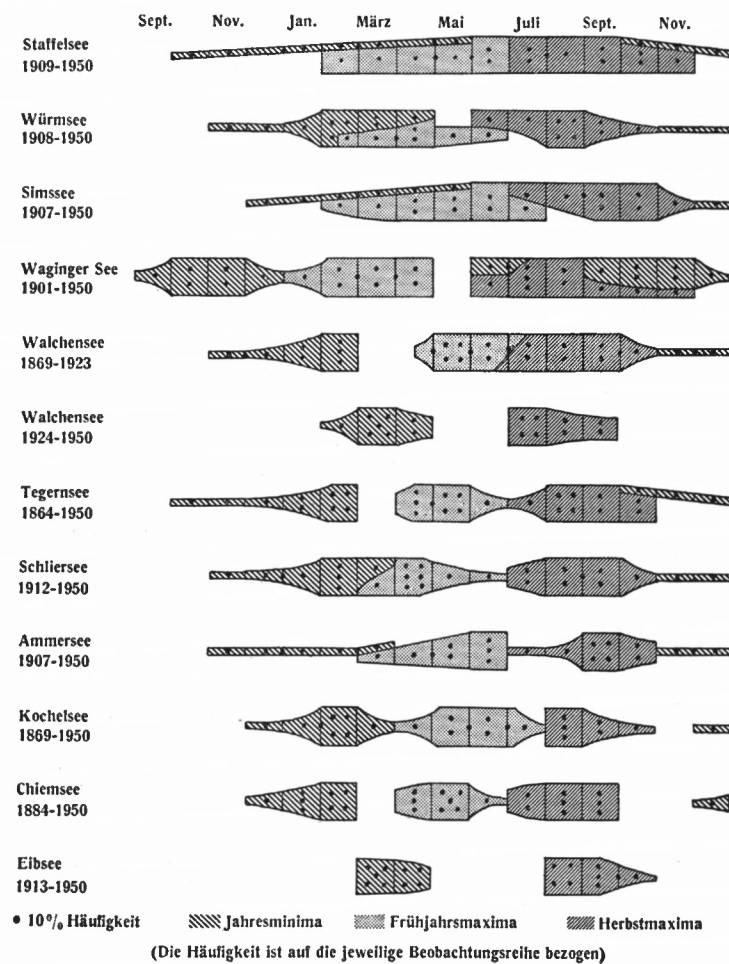
Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven
am Tegernsee, Ammersee und Eibsee



Prozentuelle Häufigkeitsverteilung singulärer Werte der Wasserstandskurven
am Kochelsee und Chiemsee

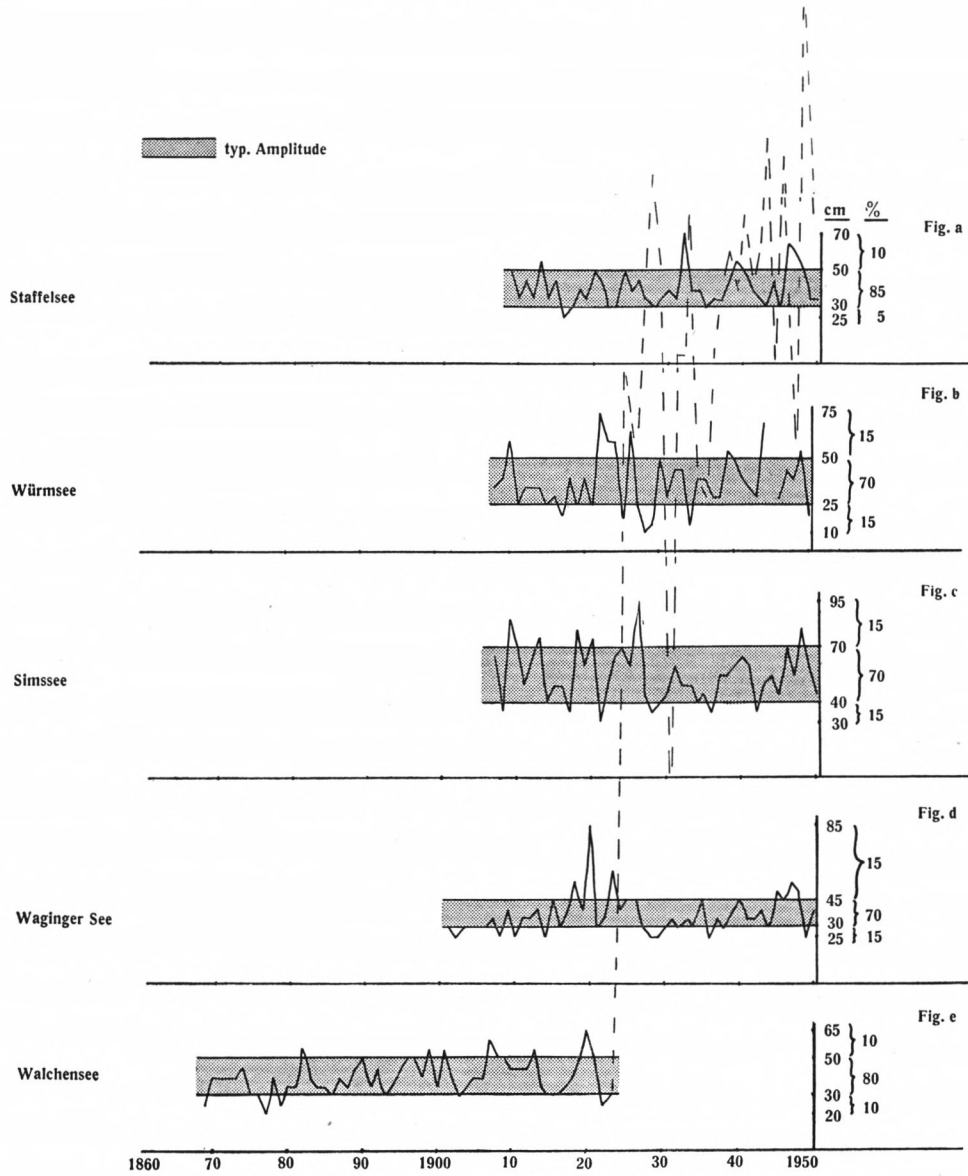


Verteilung der Frühjahrs- und Herbstmaxima und der Jahresminima des Wasserstandes
der oberbayerischen Seen



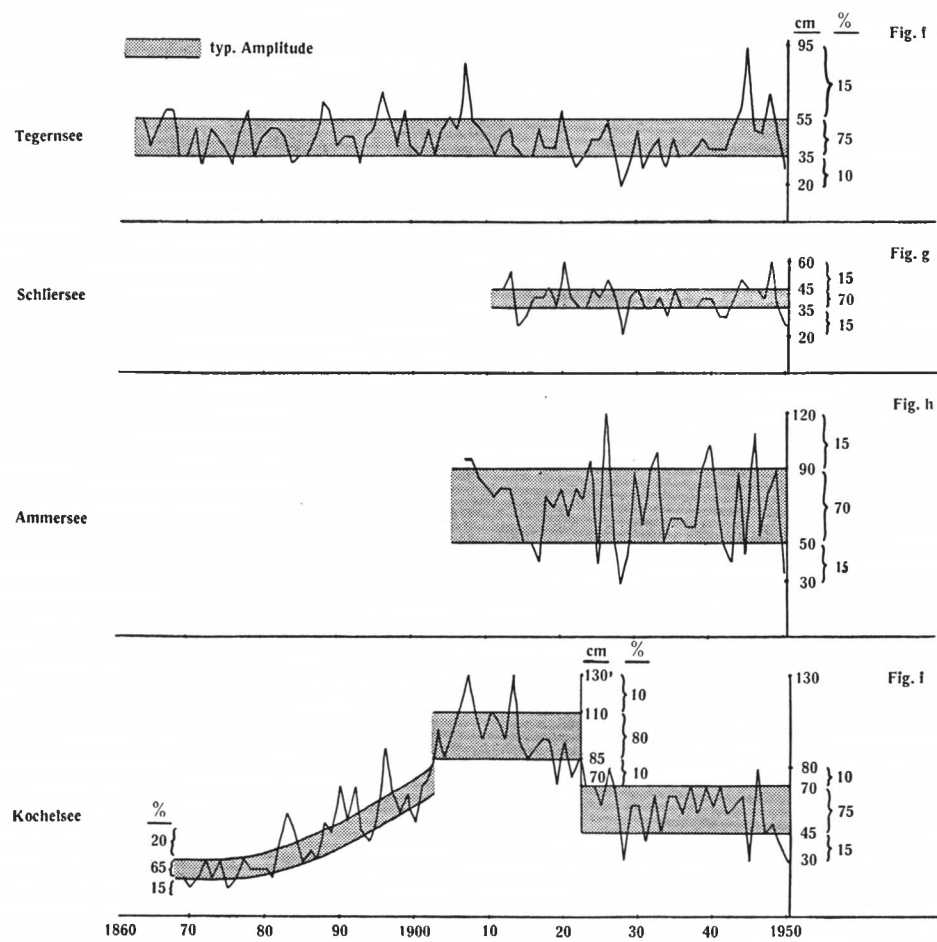
Jahresamplituden der Wasserstandsschwankungen des Staffelsees, Würmsee, Simssees, Waginger Sees
und Walchensees nach Monatsmitteln

Die gestrichelten Linien geben die riesigen Amplituden des Walchenseesstaubeckens
im gleichen Darstellungsmaßstab wieder

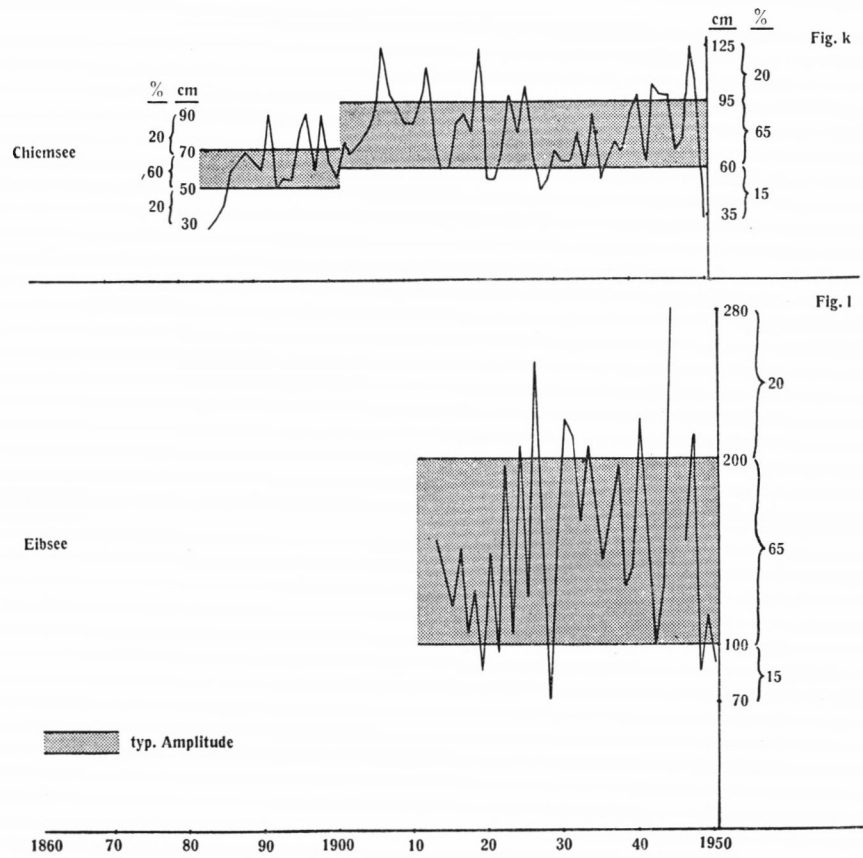


TAFEL 14

Jahresamplituden der Wasserstandsschwankungen des Tegernsees, Schliersees, Ammersees und Kochelsees nach Monatsmitteln

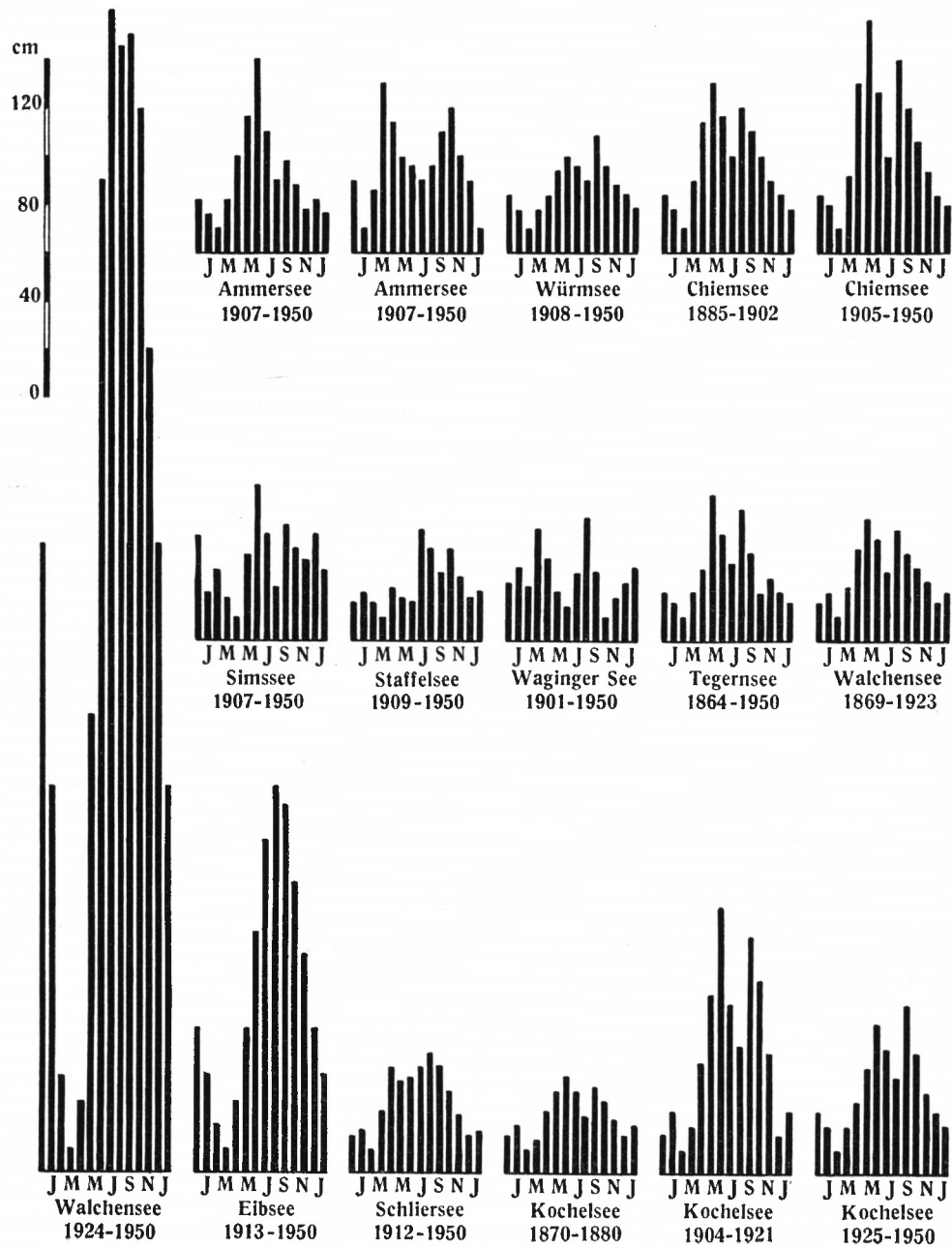


Jahresamplituden der Wasserstandsschwankungen des Chiemsees und Eibsees
nach Monatsmitteln



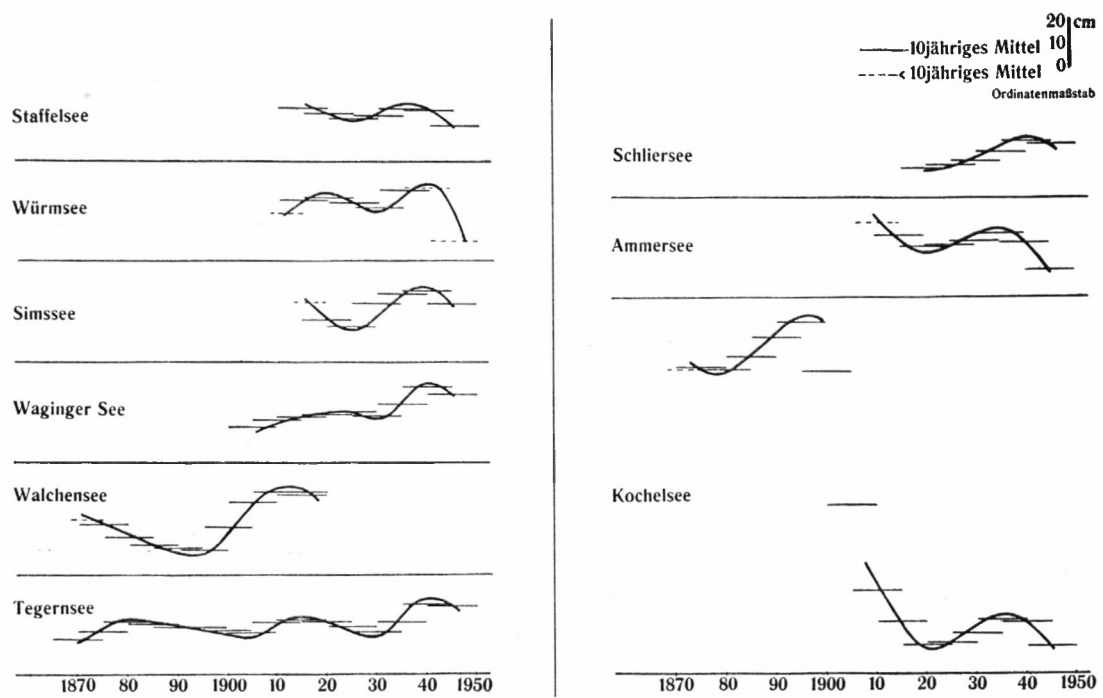
TAFEL 16

Typischer Jahresgang der Wasserstandsschwankungen der oberbayerischen Seen



Der langjährige Gang der Wasserstandsschwankungen oberbayerischer Seen

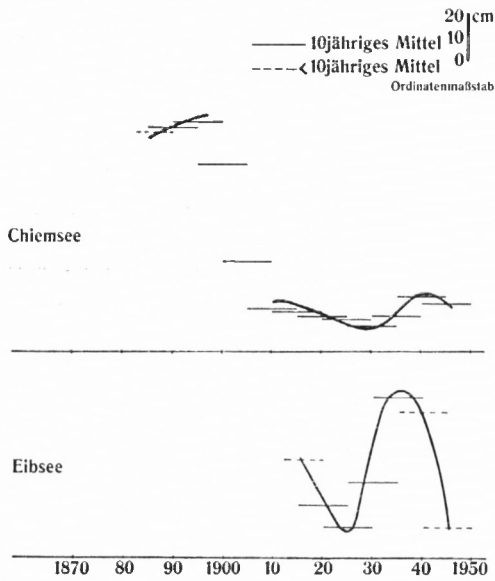
Dargestellt an Hand 10-jähriger Mittel



TAFEL 18

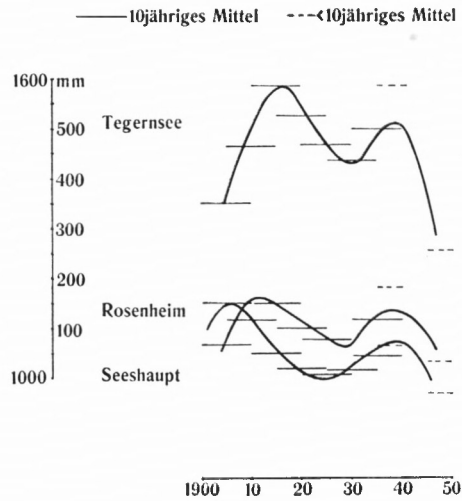
Der langjährige Gang der Wasserstandsschwankungen des Chiemsees und Eibsees

Dargestellt an Hand 10-jähriger Mittel



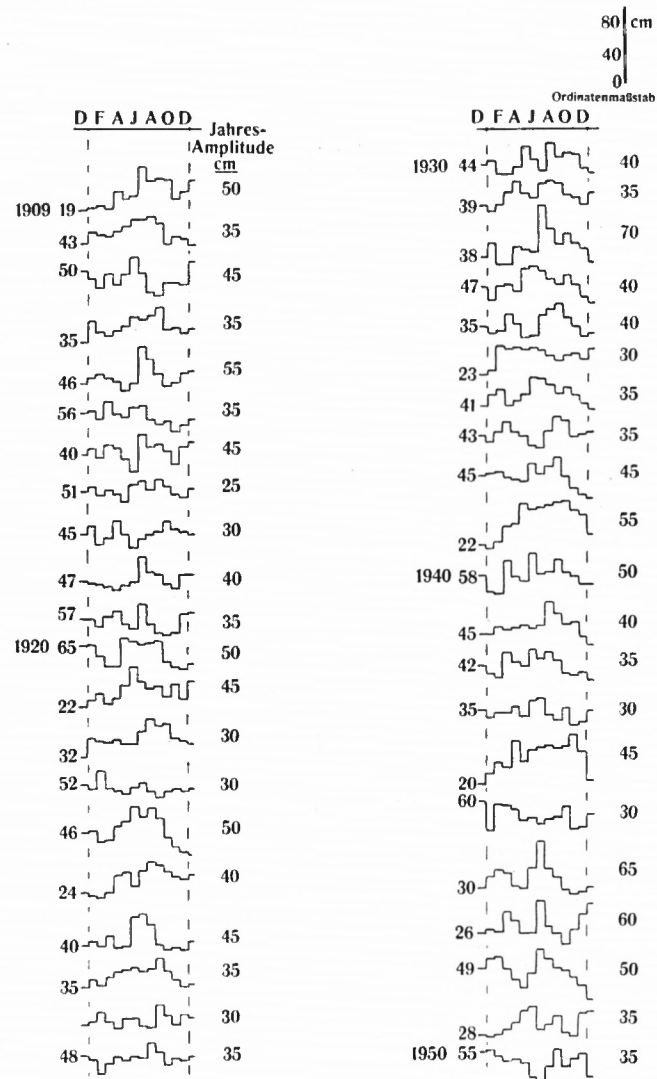
Der langjährige Gang der Niederschläge der Stationen Rosenheim, Tegernsee und Seeshaupt

Dargestellt an Hand 10-jähriger Mittel



Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen des Staffelsees
am Pegel Seehausen 1909-1950 in cm (bezogen auf Monatsmittelwerte)

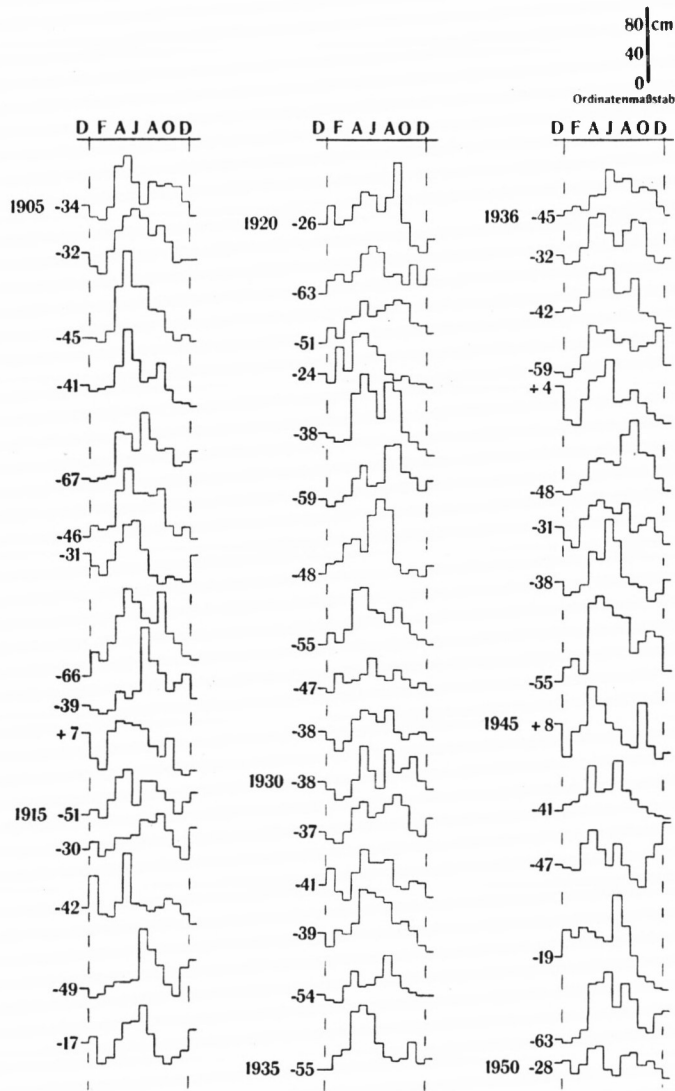
Die Zahlen zu Anfang jeder Kurve geben den Mittel-Wasserstand des jeweiligen
Monats Dezember des Vorjahres an



TAFEL 20

Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen des Chiemsees am Pegel
Herrenwörth 1905-1950 in cm

Die Zahlen zu Anfang jeder Kurve geben den Mittel-Wasserstand des jeweiligen
Monats Dezember des Vorjahres an



Jahresganglinien der Wasserstandsschwankungen des Eibsees am Pegel Eibsee 1913-1950 in cm

Die Zahlen zu Anfang jeder Kurve geben den Mittel-Wasserstand
des jeweiligen Monats Dezember des Vorjahres an

