

# Der Wasserabfluß aus der Konstanzer Bucht.

M. AUERBACH

(Aus der Anstalt für Bodensee-Forschung in Konstanz-Staad)

In unserer Strömungsarbeit über den Untersee (M. AUERBACH und J. SCHMALZ: „Die Oberflächen und Tiefenströme des Bodensees II. — Die konstanten Ströme des Untersees, des Seerheins und der Konstanzer Bucht“, Arch. f. Hydrob. Bd. 23 1931) hatten wir an Hand unserer Strommessungen mit dem Strommesser nach Ekman-Merz nachgewiesen, daß im Seerhein im Wesentlichen nur Oberflächenwasser abfließt, das aus einer Tiefe von höchstens 0—5 m stammt. Die Messungen in 10 und 15 m Tiefe hatten wenig Anhalt dafür gegeben, daß auch von hier Wasser abgesaugt würde. H. J. ELSTER und EINSELE (Int. Rev. f. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. 35 1937) und W. NÜMANN (Ebenda Bd. 36 1938) gaben hingegen an, daß im Seerhein im Wesentlichen Wasser aus 10 m Tiefe abfließt, wobei NÜMANN sich auf seine Untersuchungen über die Leitfähigkeit des Bodenseewassers stützte. Er sagt in seiner Zusammenfassung auf S. 529: „An der Konstanzer Brücke fließt nur Wasser aus 10 m Tiefe ab. Erst wenn der Rhein diese Tiefe erreicht hat, ist er an der Brücke nachweisbar. ELSTER sagt Seite 242 und 243 seiner oben zitierten Arbeit: „Vor dem Rheinausfluß bei Konstanz (Seerhein) liegt eine Sandbank (unterseeische Moräne), die im Winter an den tiefsten Stellen nur 2—3 m, im Sommer nur 4—5 m unter dem Wasserspiegel liegt. Der Ausfluß aus dem Untersee zwischen Ohningen und Stein a. Rh. ist stellenweise bei Niederwasser sogar knapp 1,5 m tief. Man sollte also zunächst erwarten, daß von diesen Abflüssen nur jeweils die oberflächenschicht der Seen abgesaugt wird. Für den Seerhein stellte nun bereits KLEINSCHMIDT (1921) fest, daß seine Temperaturen im Sommer stets niedriger sind als die Oberflächentemperaturen des Obersees. . W. NÜMANN (1937) konnte durch Leitfähigkeitsuntersuchungen nachweisen, daß das Wasser des Seerheins im Sommer 1936 zeitweise aus 7,5—10 m Tiefe stammte.“ Herr Dr. GRIM von Langenargen teilte mir mündlich mit, daß nach seinen Untersuchungen bestimmte Algen, die im Obersee nur in etwa 15 m Tiefe nachweisbar sind, sich im Abflußwasser bei der Konstanzer Rheinbrücke finden, daß also das Wasser dort aus dieser Tiefe abfließen müßte.

Es ist verständlich, daß mich diese widersprechenden Funde reizten, der Sache nochmals genau nachzugehen und an Hand von Serienuntersuchungen festzustellen, aus welcher Tiefe der Bucht das abfließende Wasser nun eigentlich stammt. Dabei ging es mir nur um die Feststellung dieser rein physikalischen Tatsache. Ob das fragliche Wasser oben im See aus anderen Tiefen stammt, und wie es chemisch zusammengesetzt ist, habe ich nicht berücksichtigt. Es kam mir nur darauf an, festzustellen, **aus welchen Tiefenzonen der Konstanzer Bucht das Wasser durch den Seerhein abläuft.**

Ich bin dieser Frage an Hand von Temperaturmessungen in den verschiedenen Schichten nachgegangen, da ja die Temperatur im wesentlichen die Schichtung des Wassers bedingt, wenigstens im unteren Seeabschnitt, wo die meisten Schwebstoffe abgesetzt sind. Die Untersuchungen wurden vorgenommen im Schnitt Jakob/Bottighofen (Mitte), Rosenau/Kurzrickenbach (Mitte), vor der Konstanzer Hafemündung, vor dem Inselhotel und im Seerhein unterhalb der Konstanzer Rheinbrücke vor dem Hallenbad.

Die Messungen wurden ausgeführt am 4. X. 49, am 26. V., 20. VI., 23. VII., 27. IX. und 7. XI. 1950 und am 24. V., 20. VII. und 28. VIII. 1951. Verwendet wurden 2 Kippthermometer nach RICHTER und WIESE, um die Gewißheit zu haben, daß die Instrumente auch einwandfrei registriert hatten. Abgelesen wurde auf hundertstels Grade. Die Zahlen der Tabelle wurden dann aber auf zehntels Grade aufgerundet. Die Tageszeit war bei sämtlichen Stationen jeweils etwa die gleiche.

Das Ergebnis ist in Tabelle 1 niedergelegt. Was sagen uns nun diese Zahlen? Sie zeigen doch wohl deutlich, daß nach den gefundenen thermischen Zuständen das im Seerhein abfließende Wasser aus den obersten Schichten der Bucht von 0—5 m Tiefe stammt, ein Resultat, das mit demjenigen unserer früheren Strommessungen übereinstimmt. Daß gelegentlich auch Wasser aus 10 m Tiefe hinzukommen kann ist verständlich, besonders bei Temperaturausgleich bis zu dieser Tiefe, denn man muß bedenken, daß im Konstanzer Trichter die Wassermassen aus sehr verschiedenen Gründen nicht ruhen, sondern in recht heftigen horizontalen und vertikalen Bewegungen begriffen sind.

Welche Arten von Bewegungen der Wassermassen in der Konstanzer Bucht stattfinden und welches alles ihre Ursachen sind, läßt sich mit Sicherheit nicht feststellen. Sie sind nach meiner Ansicht so kompliziert, daß man sie kaum jemals voll erkennen und erklären wird. Was ich darüber sagen kann, ist etwa folgendes: Zunächst kommt die Saugwirkung des Abflusses in Frage. Ihre Folge dürften die Strömungen sein, die wir in der Bucht regelmäßig auffinden können. Sie sind nach unseren Strommessungen an der Oberfläche, d. h. etwa in 1 m Tiefe am stärksten. Am ausgesprochensten sind sie am schweizer und deutschen Ufer. Die schweizer Strömung läuft von Kreuzlingen aus am Konstanzer Hafen vorbei und gelangt unterhalb desselben in die Stromrinne beim Inselhotel. Ihr Beginn ist schon beim Bottighofener Schlößchen deutlich zu merken; ihre größte Geschwindigkeit konnten wir bisher mit 560 m/Stde feststellen.

Die Strömung am deutschen Ufer steht hinter der auf schweizer Seite nicht zurück, ja, sie kann sogar stärker sein. Wir konnten sie z. B. vor der Rosenau gelegentlich mit 600 m/Stde festlegen. Auch die mittleren Teile der Bucht zeigen in 1 m Tiefe Strömungen, die alle gegen die Hafenumündung hinlaufen; sie erreichen in ihrer Geschwindigkeit diejenige der beiden Uferströmungen nicht ganz. Die größte Geschwindigkeit in 1 m Tiefe überhaupt finden wir etwas unterhalb des sogen. Frauenpfahles mit 1315 m/Stde.

In 5 m weist die Strömung im Allgemeinen auf die Richtung gegen den Frauenpfahl und unterhalb desselben und liegt mehr in den mittleren Teilen der Bucht. Ihr Maximum konnten wir mit 270 m/Stde etwas oberhalb der Konstanzer Hafenumündung finden. Ihr Beginn läßt sich schon im Schnitt Jakob/Bottighofen feststellen.

In 10 m Tiefe läßt sich nur noch die allgemeine Tendenz der Wasserbewegung gegen die Hafenumündung konstatieren; es finden hier aber auch rücklaufende Bewegungen statt. Die Strömung erreicht ihr Maximum mit 249 m/Stde vor dem Bottighofener Schlößchen, während sie innerhalb der Bucht langsamer wird.

Aus dem Gesagten geht wohl einwandfrei hervor, daß die Hauptströmung sich an der Oberfläche zwischen 0 und 3 m befindet, und daß aus dieser Zone das meiste Wasser abgesogen wird. Daß auch Wasser aus 5 und gelegentlich auch 10 m mit in den Abfluß hineinkommt, ist festgestellt, aber es steht gegen die Menge von der Oberfläche zurück und spielt nur eine geringere Rolle.

Ein weiterer Bewegungsfaktor ist der Wind. In der Bucht wiegen die Winde aus dem westlichen Sektor bei weitem vor. Gegen diese Luftströmungen ist die Bucht aber mehr oder weniger abgedeckt, so daß sie nur geschwächt zur Wirkung kommen. Einen Einfluß auf die Durchmischung des Wassers werden

sie aber natürlich doch haben. Von ungehemmter Wirkung in der Bucht sind dagegen die östlichen Winde, die ganz ungehindert in sie hinein können. Sie treiben sicher das Oberflächenwasser gegen den Ausfluß und begünstigen seinen Ausstrom aus dem See.

Auch die Temperatur ist von wesentlichem Einfluß. Ist sie es doch, die im ruhigen Wasser zusammen mit dem Wind die Schichtung verursacht. So dürfte auf sie auch ein Teil der vertikalen Wasserausgleiche zurückzuführen sein. Jedenfalls gibt uns das Studium der Wassertemperaturen den sichersten Anhalt, aus welchen Schichten das Wasser der Bucht abfloß.

Daß über den seichten Stellen auch die großen Schiffe einen Einfluß auf die Durchmischung haben können, sei nur kurz noch erwähnt. Bei dem großen Schiffsverkehr vor dem Konstanzer Hafen kann auch an eine solche Möglichkeit gedacht werden.

Damit hätten wir die Grundlagen gewonnen, um nun an die Betrachtung unserer Temperaturtabelle mit Aussicht auf Erfolg herangehen zu können.

Ich will hier nun nicht alle die einzelnen Serien besprechen. Warum viele Worte machen, wenn ein Blick auf die Zahlen den nötigen Aufschluß gibt? Ich will nur auf einige Dinge hinweisen, die sich ein nicht genauer Kenner der Verhältnisse in der Bucht nicht deuten kann. Gerade deshalb haben ja auch nur gelegentliche Untersuchungen keinen Wert. Auch unsere eigenen Daten sind noch lückenhaft. Ich hätte eigentlich anstatt eines Längsprofils durch die Bucht die entsprechenden Querprofile legen und die Temperaturen mindestens von Meter zu Meter bestimmen müssen. Aber, offen gestanden, war mir das Problem einen solchen Aufwand von Mühe und Zeit nicht wert. Es genügt mir, an Hand des gebotenen Materials zeigen zu können, wie der Abfluß tatsächlich stattfindet, und das ist mir glaube ich, gelungen.

Es ist selbstverständlich, daß man bei Stationen, bei denen in den oberen 10 Metern eine nahezu ausgeglichene Temperatur herrscht, nicht sagen kann, aus welcher Tiefe nun das abfließende Wasser stammt. Das ist z. B. bei der Serie vom 14. X. 49 der Fall. Hier finden wir im Schnitt I zwischen 0 und 10 m noch eine deutliche Schichtung; im Schnitt II hat aber ein Ausgleich stattgefunden, und die Temperatur schwankt zwischen 0 und 10 m nur um  $0,7^{\circ}$ . Das macht sich auch im Schnitt III, IV und V bemerkbar, und wenn es auch wahrscheinlich ist, daß das abfließende Wasser aus den oberen Zonen stammt, so kann ich es doch nicht beweisen. Ähnlich ist es bei der Station vom 7. XI. 50. Hier ist der Ausgleich noch weiter gegangen. (Diff. nur  $0,2^{\circ}$ ), und dem entsprechen die Temperaturen des Wassers im Seerhein, ohne erkennen zu lassen, woher sie kommen.

Auch die Station vom 27. IX. 50 zeigt vor der Hafenmündung und dem Inselhotel eine Unregelmäßigkeit. Draußen in der Bucht finden wir in 10 m Tiefe Temperaturen von  $12,2$  und  $12,3^{\circ}$ , vor der Hafenmündung von Konstanz beträgt sie in 2 und 3 m Tiefe  $12,8^{\circ}$  und vor dem Inselhotel in 2 m ebenfalls  $12,8^{\circ}$ . Hier haben wir eine Bestätigung unserer Funde bei den Strommessungen, daß unter bestimmten Umständen auch aus 10 m Tiefe Wasser abgesogen werden kann. Unterhalb der Rheinbrücke ist dieses Wasser aber durch die starken Strömungsbewegungen infolge Mischung mit dem warmen Oberflächenwasser nicht mehr zu erkennen. Hier zeigen die von 0—3 m durchgehenden Temperaturen von  $13,9$  und  $13,7^{\circ}$  die deutliche Erwärmung durch das an Menge überwiegende Oberflächenwasser.

Sehen wir von diesen drei Beispielen ab, so zeigen die übrigen Stationen, die alle in der warmen Jahreszeit liegen, mit unbedingter Deutlichkeit, daß die Hauptmenge des durch den Seerhein abfließenden Wassers aus den obersten Schichten bis höchstens 5 m Tiefe stammt, d. h. also, daß die auf Temperaturbasis gewonnenen Ergebnisse mit den durch die Strommessungen gewonnenen übereinstimmen.

Nun gibt es aber in der Tabelle noch einige Dinge, die ich kurz besprechen muß. Schon KLEINSCHMIDT und ELSTER (s. o.) haben darauf hingewiesen, daß die Oberflächentemperaturen im Seerhein stets niedriger sind als diejenigen in der Bucht. Genau das Gleiche zeigen auch meine Zahlen. Sie zeigen aber z. T. auch noch mehr! Vor der Hafemündung sind die Temperaturen in 0 m z. T. etwas höher, z. T. auch niedriger als die im Schnitt Rosenau/Kurzrickenbach. Das sind wohl Zufallerscheinungen, bedingt durch verschiedene Mischung mit Oberflächenwasser aus dem Oberflächenstrom auf der schweizer Seite einerseits oder mit Wasser aus etwas tieferen Schichten. Vergleichen wir aber die Temperaturen in 0 m der Stationen vom 28. VII., 23. VIII. und 27. IX. 50 und 24. V und 20. VII. 51 vor dem Inselhotel mit denen unterhalb der Rheinbrücke vor dem Hallenbad, so sehen wir, daß diejenigen unterhalb der Rheinbrücke deutlich höher sind. Die Differenz kann bis zu 1° betragen. Wie sind nun diese Tatsachen zu erklären? Ich glaube, daß dies leicht ist. Daß im Seerhein in 0 m sich niedrigere Temperaturen finden müssen als in der Bucht, ist ja eigentlich selbstverständlich; es fließt ja nicht nur Wasser aus 0 m sondern auch kühleres aus darunterliegenden Schichten (2—3 m, gelegentlich auch 5 m). Die starke bis über 1000 m/Stde laufende Strömung verursacht doch eine kräftige Durchmischung des Wassers, und damit ist die Erklärung für die Abkühlung gegeben.

Das Wasser des Oberflächenstromes auf deutscher Seite vom Jakob längs der Seestraße bis zur Rheinbrücke läuft ebenfalls über eine ganz flache Uferbank und muß sich in der heißen Jahreszeit mehr erwärmen als draußen im freien Wasser. Sein größter Teil fließt durch den rechten Bogen der Rheinbrücke und mischt sich kurz oberhalb und unterhalb derselben mit der vom Inselhotel kommenden Wassermasse, diese leicht erwärmend, und damit ist auch diese Temperaturdifferenz geklärt.

Zum Schluß möchte ich noch versuchen, die Verschiedenheiten in den Ansichten ELSTERS und NUMANNNS einerseits und der meinen andererseits zu klären.

ELSTER stützt sich im Wesentlichen auf NUMANNNS Angaben und faßt dieselben so auf, daß aus der Bucht Wasser aus 7—10 m Tiefe abgesogen wird und kein Oberflächenwasser. Das geht aus seinen oben, im Zitat gegebenen Ausführungen einwandfrei hervor. Er hat sicher Unrecht.

Anders verhält es sich mit NUMANN. Es ist wohl möglich, daß wir beide hier infolge undeutlicher Ausdrucksweise NUMANNNS aneinander vorbeireden. Meint NUMANN seine Angaben so, wie sie ELSTER auffaßt, oder meint er nur, daß das von ihm im Ausfluß festgestellte Wasser oben im See sich in 10 m Tiefe befand und dann in der Bucht in oberflächliche Schichten gelangte und das dort vorhandene Oberflächenwasser nach und nach verdrängt hat? In letzterem Falle gehen wir durchaus einig, denn dann können wir natürlich beide recht haben. Daß eine solche Auffassung durchaus möglich ist, zeigt unsere Arbeit über den Verlauf des Rheins im Bodensee (Auerbach und Ritz. Arch. f. Hydrob. B. XXXII 1937). Hier sehen wir auf den beigegebenen Karten ganz deutlich, daß das gegenüber dem oberen Seeabschnitt ja viel stärker mit Seewasser gemischte Rheinwasser, zu bestimmten Zeiten die ganze Konstanzer Bucht in allen Tiefenzonen ausfüllen kann, und daß sich darunter auch Wasser befindet, das oberhalb im See, selbst auch noch bei Meersburg, sich in 10 m Tiefe befand, denn daß der den See auf deutschem Ufer durchfließende Rhein seine Lage in den oberen 20 m dicken Seezonen ändern kann und daß auch sein Mischwasser verschiedene Tiefenzonen aufsucht, wissen wir aus unseren eigenen Untersuchungen. Die dies veranlassenden Ursachen hier zu erklären, liegt nicht im Rahmen meiner heutigen Ausführungen.

**Tabelle I**  
**Wassertemperaturen der Konstanzer Bucht**  
**I. Schnitt Jakob/Bottighofen (Tiefe: 53 m)**

Datum	4. 10. 1949	16. 5. 1950	20. 6. 1950	28. 7. 1950	23. 8. 1950	27. 9. 1950	7. 11. 1950	24. 5. 1951	20. 7. 1951	28. 8. 1951
Lufttemp.	—	19.9	25.0	23.0	20.8	17.9	6.5	27.0	—	18.4
0 m	19.45	14.7	20.0	21.0	21.2	14.9	9.7	15.8	24.8	18.6
2	—	—	—	—	—	—	—	—	19.8	—
5	18.6	12.4	16.0	16.4	19.6	13.7	9.5	12.0	16.4	17.7
10	17.8	10.0	12.7	14.1	18.4	12.2	9.5	10.4	13.1	15.2
15	11.9	9.4	10.1	10.3	16.6	11.8	7.9	8.3	11.8	13.3
20	9.5	7.6	7.9	7.2	10.6	10.9	6.3	7.3	9.7	8.7
30	6.1	6.2	—	—	—	—	—	6.2	6.7	6.1
35	—	—	5.9	5.8	6.3	7.4	5.5	—	—	—
40	5.2	5.9	—	—	—	—	—	5.5	5.6	5.5
50	5.0	5.3	5.2	5.2	5.3	5.7	—	5.4	—	—

II. Schnitt: Rosenau/Kurzrickenbach (Tiefe: 43 m)

0 m	18.8	14.1	20.0	21.4	21.2	15.0	—	16.6	—	—
5	18.5	12.4	15.4	16.4	19.5	13.1	—	11.9	—	—
10	18.1	10.3	12.7	14.4	18.1	12.3	—	9.8	—	—
15	11.0	9.9	10.3	11.1	15.4	11.5	—	8.5	—	—
20	9.3	6.7	7.6	7.1	11.7	10.5	—	7.4	—	—
30	6.1	6.0	—	6.4	—	—	—	5.9	—	—
35	—	5.8	5.8	—	6.3	6.9	—	—	—	—

III. Vor Hafenmündung (Tiefe: 3.7 m)

0 m	18.1	14.2	—	22.0	21.0	14.1	—	14.8	21.6	18.9	Behinderung durch Schiffsverkehr
1	—	—	—	—	—	—	—	—	21.0	—	
1.5	—	14.1	—	—	—	—	—	—	—	18.3	
2	—	—	—	20.3	—	12.8	—	13.0	20.6	—	
2.5	18.5	—	—	—	19.7	—	—	—	—	—	
3	—	—	17.3	—	—	12.8	—	—	—	—	

IV. Vor Inselhotel (Tiefe: 3.4 m)

0 m	18.9	13.9	18.0	20.8	20.04	13.05	—	14.3	19.2	17.7
1	18.9	13.9	18.0	20.8	20.2	13.0	—	14.4	—	—
1.5	—	—	—	—	—	—	—	—	19.0	17.7
2	—	—	18.3	—	20.2	12.8	—	—	—	—

V. Vor Hallenbad (Tiefe: 3.5 m)

0 m	18.9	13.8	18.0	21.0	20.6	13.9	9.7	15.3	19.6	17.7
1	18.9	13.7	18.5	21.0	20.5	13.8	—	—	19.7	17.7
1.5	—	—	—	—	—	—	—	15.3	—	—
2	—	13.6	18.3	20.8	20.5	13.7	—	—	19.7	17.7
3	—	—	—	—	—	13.7	9.5	—	—	—

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Auerbach Max

Artikel/Article: [Der Wasserabfluß aus der Konstanzer Bucht. 54-58](#)