

Aus der Botan. Station in Hallstatt, Nr. 108.

Thermik und Sauerstoffverteilung im Hallstätter See

A. Die Thermik des Hallstätter Sees.

Zehnte Mitteilung

Die Thermik des Obersees in den Jahren 1942—1949.

Von **FRIEDRICH MORTON**, Hallstatt.

Mit 2 Abbildungen im Text.

Im folgenden gebe ich eine kurze Übersicht über die thermischen Verhältnisse des Hallstätter Obersees (des südl. Seeteiles) für die Jahre 1942—1949. Es wurde diesmal auf Grund der unverändert fortgeführten Temperaturlotungen von 0 m—100 m der Kaloriengehalt einer Wassersäule von 1 dm² Querschnitt und 100 m Höhe für die einzelnen Monate errechnet.

Das Jahr 1942 hatte einen für Hallstatt ausnehmend kalten Jänner. Mit Ausnahme von 3 Tagen waren die Temperaturen durchgängig unter Null. Am 23. hatte es um 7 Uhr morgens $-21,0^{\circ}$, eine für hier ganz besonders niedere Temperatur. So betrug das

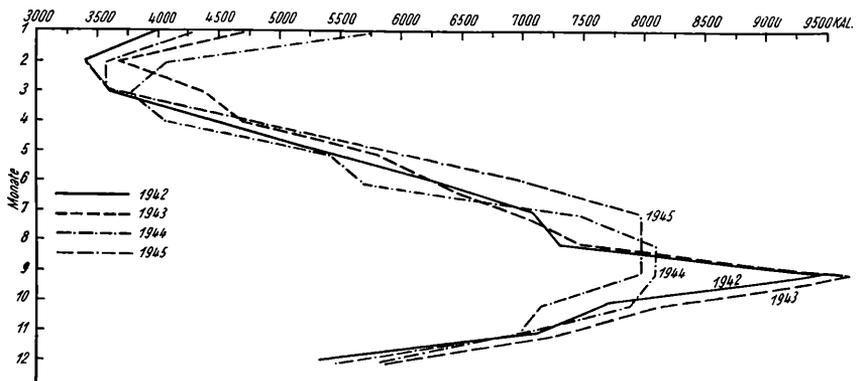


Abb. 1. Monatssummen der Kaloriengehalte einer Wassersäule von 100 m Höhe und ein Quadratdezimeter Grundfläche für die Jahre 1942—1945.

Monatsmittel für 7 Uhr $-8,3^{\circ}$, für 14 Uhr $-6,1^{\circ}$ und für 21 Uhr $-6,75^{\circ}$ C. Auch der Februar war sehr kalt. Es gab Temperaturen bis $-15,4^{\circ}$. Die Monatsmittel betragen $-6,7^{\circ}$, $-2,7^{\circ}$, $-4,2^{\circ}$. Auch bis Ende März traten immer wieder Werte unter Null auf. Die Folge war eine abermalige Vereisung des Sees. Am 15. 1. trat Eisbildung im südlichsten Seeteile, Hirschau und Winkl auf. Am 22. 1. frohr der letzte Teil — zwischen dem Markte und der Haltestelle — zu. Um 18 Uhr konnte der Dampfer zum letzten Male verkehren. In der Zeit zwischen dem 6. und dem 9. 3. wurde das Eis vom Markte bis zur Haltestelle aufgeschnitten. Am 10. 3. verkehrte der Dampfer zum ersten Male. Der künstliche Einschnitt wurde immer weiter. Am 23. brach die Saline das Eis zwischen der Lahn und dem Obertrauner Kanal auf, um den Verkehr aufnehmen zu können. Am 29. 3. war der See vollkommen eisfrei. — Der August wurde warm und in der ersten Septemberhälfte gab es übernormal warme Tage. Es kommt dies auch in der Seethermik zum Ausdruck. Auch das erste Oktoberdrittel war warm. (September: $12,92^{\circ}$; $20,86^{\circ}$; $16,00^{\circ}$. Oktober: $8,68^{\circ}$; $13,76^{\circ}$; $11,19^{\circ}$). — Der Jahresniederschlag betrug 1663,9 mm.

Wie bereits besprochen, frohr der See auch in diesem Jahre zu. Dementsprechend sind die Kaloriengehalte der 100 m hohen Wassersäulen mit 1 dm² Querschnitt nieder und bleiben in den ersten drei Monaten unter 4000. Der Kaloriengehalt steigt dann bis zum Juli geradlinig und gleichmäßig an und erreicht in diesem Monate 7117 Kal. Der August weist mit 7296 Kal. keinen nennenswerten Wärmezuwachs auf. Hingegen fällt der September mit seinen 9470 Kal. ganz aus dem Durchschnitte heraus und wird nur noch vom September 1943 mit seinen 9735 Kal. übertroffen. Auch steht der Oktober 1943 mit 7829 Kal. vor dem Oktober 1942 mit seinen 7653 Kal. — Die Sprungschicht hielt sich zwischen 50 m und 60 m bzw. 70 m, zeigte aber keine hohen Sprünge. Auffallend war ihr Verhalten im Oktober. Am 4. 10. wurden gemessen: 50 m $6,0^{\circ}$; 60 m $5,4^{\circ}$; 70 m $4,7^{\circ}$. Die Sprünge betragen also $0,6^{\circ}$; $0,7^{\circ}$. Am 16. 10. hatte der See bei 50 m $8,4^{\circ}$; bei 60 m $7,0^{\circ}$ und bei 80 m $5,5^{\circ}$. Die Differenzen betragen also $1,4^{\circ}$ und $0,9^{\circ}$. Am 30. 10. maß ich bei 50 m $7,1^{\circ}$; bei 60 m $5,5^{\circ}$ und bei 70 m $5,3^{\circ}$. Die Differenzen betragen daher $1,6^{\circ}$ und $0,2^{\circ}$. Der Hauptsprung lag also zwischen 50 m und 60 m, während die Sprungschicht zwischen 60 m und 70 m nicht mehr zum Ausdruck kam.

Es wurde auch, wie in Thermik VIII (Archiv, 1941: 295—298) der Wärmegewinn berechnet, und zwar für die Monate April bis Dezember die monatlichen Kalorienüberschüsse, die sich seit der

Frühjahrshomothermie ergaben. Die Wärmegewinne ab April betragen: 223; 685; 1314; 1825; 1983; 3185; 2099; 1850; 640 Kalorien.

Das Jahr 1943 zeichnete sich durch einen warmen Juli, insbesondere aber durch einen heißen August aus, in dem die Schattentemperaturen um 14 Uhr größtenteils über 20° lagen und am 21. sogar den seltenen Wert von 34° erreichten. Auch der September zeigte hohe Temperaturen. (Augustmittel aus allen drei Ablesungen: 18,52°; Septembermittel: 14,75°). Dies kommt auch in den Wassertemperaturen zum Ausdruck. Im September hatte die 100-m-Wassersäule einen Kaloriengehalt von 9735! Selbst die Schichte von 30—40 m hatte noch 1090 Kal. aufzuweisen! Die Lotung vom 27. 9. ergab folgende Werte: 0 m 17,1°; 10 m 15,0°; 20 m 13,9°; 25 m 12,7°; 30 m 11,9°; 40 m 9,9° (!); 50 m 8,2°; 60 m 7,8°; 70 m 7,1°; 80 m 6,5°; 90 m 5,9°; 100 m 5,2° (!). Es liegen also auch noch bei 100 m sehr hohe Temperaturen vor. Auch im Oktober ist der Wärmegehalt noch hoch: 8129 Kal. Desgleichen ist der See auch im November mit seinen 7290 Kal. noch als überdurchschnittlich warm zu bezeichnen. Erst im Dezember erfolgt ein starkes Absinken.

Die Wärmegewinne betragen für April 354, für Mai 987, für Juni 1260, für Juli 1721, August 1983, September 3130 (!), Oktober 2189, November 1760 und Dezember 1680 Kalorien, wobei die Schichten von 10 m—50 m in Rechnung gestellt wurden. Die Begründung dafür ist in oben genannter Arbeit erfolgt.

Das Jahr 1944 zeigt klimatologisch einen ähnlichen Verlauf wie sein Vorgänger. Der August war noch heißer (Mittel: 19,47°) und auch der September erreichte noch 13,44°. Dafür war der Dezember wesentlich kälter (—1,95° gegenüber —0,87°). Das Jahr war sehr niederschlagsreich: 2239 mm! In den hochsommerlichen Spitzenwerten blieb 1944 weit hinter 1943 zurück. Der Gesamtkaloriengehalt im Juli war 7532, im August 8091, im September 8058 und im Oktober 7829 Kal. Der Wärmegewinn betrug: April 18 (!), Mai 909, Juni 945, Juli 1811, August 2104, September 2188, Oktober 2162, November 1660 und Dezember 1637 Kal. — Am 5. 11. herrschte 9,2° —Homothermie bis 38 m und am 25. 11. 8,1° —Homothermie bis zur selben Tiefe.

Das Jahr 1945 hatte einen ausnehmend kalten Jänner. Mit Ausnahme von 2 einzigen Ablesungen gegen Monatsende lagen alle Temperaturen unter Null. Dementsprechend betrug das Monatsmittel —5,77°! Die weiteren Monatsmittel betragen: 1,65°; 3,88°; 8,47°; 14,0°; 16,4°; 17,6°; 16,19°; 13,4°; 7,77°; 2,75°; 0,34°. Am 22. 7. wurde der Rekordwert von 37,0° im Schatten abgelesen. Der Niederschlag machte 2058,7 mm aus. Der See blieb verhältnismäßig

kalt und kam nicht über 8000 Kal. hinaus. Die Wärmegewinne ab April betragen: 301; 1060; 1780; 2061; 2307; 2284; 1899; 1715; 740 Kalorien.

Der thermische Verlauf des Jahres 1946 war dem von 1945 ähnlich. Nur war der Jänner wärmer. Die Monatsmittel betragen: $-2,05^{\circ}$; $1,17^{\circ}$; $5,22^{\circ}$; $11,1^{\circ}$; $15,2^{\circ}$; $14,8^{\circ}$; $18,1^{\circ}$; $17,5^{\circ}$; $15,2^{\circ}$; $7,3^{\circ}$; $2,9^{\circ}$; $-1,5^{\circ}$. Während der Februar 376,2 mm Niederschlag aufwies, zeich-

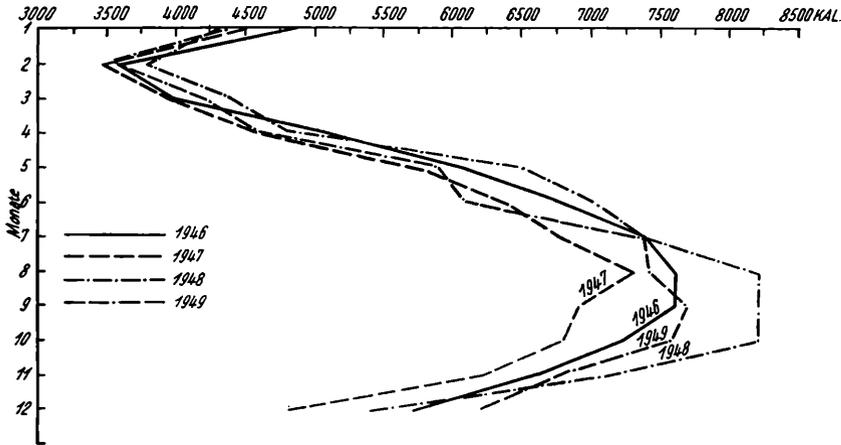


Abb. 2. Monatssummen der Kaloriengehalte für die Jahre 1946—1949.

neten sich die kommenden Monate durch eine ganz besondere Niederschlagsarmut aus. So hatte der März nur 32,7 mm, der April gar nur 22,2 mm und der Mai 89,8 mm. Die Folge war, daß die Wiesen an den Berghängen verdorrten und ein Massensterben besonders von Tannen in Süd- und Südostexposition eintrat. Auch die letzten drei Monate waren niederschlagsarm, so daß die Jahressumme nur 1631 mm betrug. Der See blieb kalt und kam über 7600 Kal. nicht hinaus. Badewärme wurde fast nie erreicht. So betragen die Oberflächentemperaturen am 25. 6. nur $12,3^{\circ}$, am 12. 7. nur $12,5^{\circ}$, am 29. 8. $15,0^{\circ}$. Die Wärmegewinne ab April betragen: 559; 1172; 1626; 1980; 2032; 2154; 1998; 1630; 697 Kal. Die Sprungschicht lag, wie fast immer in den Sommermonaten zwischen 50 und 60 m und sank dann zwischen 60 und 70 m hinab. Am 13. 11. gab es $8,6^{\circ}$ Homothermie bis 36 m.

Das Jahr 1947 setzte mit kaltem Jänner und Februar ein. Jedoch wurde es bereits im Juni sehr warm. Schon in den ersten Junitagen wurden 32° erreicht! Auch Juli und August zeigten hohe Temperaturen. Ebenso auch der September. Dabei waren April und Mai, sowie August—Oktober niederschlagsarm. So hatte der August

nur 64,4 mm, der September 68,2 mm und der Oktober nur 45,0 mm. Dafür waren die letzten zwei Monate sehr niederschlagsreich (300,9 und 294,3 mm), so daß schließlich eine Jahressumme von 1563 mm herauskam. Der See war noch kälter als im Vorjahre. Er kam nicht über 7300 Kal. hinaus. Am 29. 3. hatte er fast reine 4° —Homothermie. Die Lotung vom 5. 7. ergab folgendes Bild: 0 m 19,0°; 1 m 16,6°; 5 m 13,3°; 10 m 12,1°; 20 m 8,9°; 30 m 6,55°; 40 m 5,8°; 50 m 5,2°; 60 m 4,55°; 70 m 4,38°; 80 m 4,38°; 90 m und 100 m 4,4°. Noch am 7. 9. hatte der See von 60 m an nur 4,4°. Dies blieb so bis zum 30. 9. Erst Mitte Oktober drang die Erwärmung bis 70 m vor (5,5°). Die untersten 30 m hatten also überhaupt keine Umschichtung erfahren. Erst am 10. 12. wurden in 60 m 5,1°; in 70 m 4,7°; in 80 m 4,65°; in 90 und 100 m 4,6° festgestellt. Aber bereits am 30. 12. herrschte in diesen Tiefen wieder 4,4° Homothermie. Zwischen 100 und 120 m dürfte in vielen Jahren keine Umschichtung erfolgen. Die Wärmegewinne betragen: April 267; 932; 1195; 1389; 1613; 1502; 1554; 1361; 400 Kal.

Das Jahr 1948 hatte einen warmen Jänner, dafür aber größere Kälte in der zweiten Februarhälfte. Die Monate April und Mai waren niederschlagsarm. Dafür wiesen die 3 Folgenden starke Niederschläge bei verhältnismäßig niederen Temperaturen auf. Der Juni hatte bei 322,8 mm nur 6 regenfreie Tage und der Juli hatte auch nur 7 regenfreie Tage bei 281,8 mm Gesamtniederschlag. Auch der August hatte viel Regen (250,6 mm und 11 freie Tage). Die Monatsmittel des Juni: 10,8°; 17,3°; 13,9° blieben bedeutend gegen das Vorjahr zurück: 13,5°; 21,4°; 17,1°. Die letzten drei Monate waren arm an Niederschlag. Sie wiesen im ganzen nur 129,7 mm gegenüber 640,2 mm des Vorjahres auf! In der zweiten Dezemberhälfte setzte frühzeitig größere Kälte ein. Nichtsdestoweniger hatte der See im August und September, ja sogar noch im Oktober über 8000 Kalorien. Bereits im Juni war die Erwärmung in größere Tiefen vorgeschritten. Als Beispiel sei die Lotung vom 15. 6. angeführt: 0 m 14,6°; 1 m 13,3°; 3 m 10,7°; 5 m 9,6°; 10 m 9,18°; 20 m 9,18°; 30 m 8,7°; 40 m 8,4°; 50 m 6,8°; 60 m 5,75°; 70 m 4,8°; 80 m 4,75°; 90 m 4,6°; 100 m 4,5°. Wetterstürze ließen keine hohen Oberflächentemperaturen von Dauer aufkommen. Der See wurde aber gegen die Tiefe zu zusehends wärmer. Lotung vom 28. 8.: 0 m 14,6°; 3 m 12,5°; 5 m 12,0°; 10 m 11,05°; 20 m 10,60°; 30 m 10,0°; 40 m 9,2°; 50 m 8,65°; 55 m 8,20°; 60 m 6,4°; 70 m 5,4°; 80 m 4,8°; 90 m 4,9°; 100 m 5,0°. Die hohen Tiefentemperaturen dauerten bis Mitte November an. Dann setzte rasche Abkühlung ein. Am 28. 11. herrschte bis 45 m

8,7° Homothermie und am 31. 12. bis zur selben Tiefe 5,8° Homothermie. Die Wärmegewinne (ab April) betragen: 454; 1233; 1840; 2018; 2384; 2464; 2449; 1875; 715 Kalorien. Sie lagen also durchgängig wesentlich höher als im Vorjahre.

Das Jahr 1949 zeichnete sich durch besonderen Niederschlagsreichtum aus. Die Jahressumme betrug nicht weniger als 2311,6 mm! Sie war um 431 mm höher als 1948 und um 748 mm höher als 1947. Der Mai hatte 208,5 mm; der Juni 252,0 mm; der Juli 289,0 mm und der August stellte mit 446,9 mm einen für hier seltenen Rekord auf. Es gab 3 große Hochwässer und es brachen am Dachsteinnordhange an Stellen Quellen hervor, die bisher nie beobachtet worden waren. Die Monatsmittel der Temperaturen betragen im Juli: 14,6°; 19,9°; 16,1°. Die des August: 13,5°; 18,5°; 15,5°. Dementsprechend kam der See nicht über 7700 Kal. hinaus. Im Jahre 1943 wurden 9700 erreicht!

Die Hochwässer kamen in den Temperaturen der obersten Schichten deutlich zum Ausdruck. Am 12. 7. hatte der See auf der Oberfläche 19,0°; 1 m 16,05°; 2 m 15,0°; 3 m 13,6°; 4 m 12,2°; 5 m 11,6°. Am 25. 7. betragen die Werte für die entsprechenden Tiefen: 12,7°; 12,0°; 11,2°; 11,0°; 10,8°; 10,7°. Am 19. 8. hatte der See bei 0 m 21,4°; 1 m 18,4°; 2 m 16,6°; 3 m 15,0°; 4 m 14,0°; 5 m 13,0°. Am 21. 8. wurden gemessen: 11,5°; 10,9°; 10,1°; 10,0°; 9,9°; 9,8°. Ähnlich war es am 24. 8. — Am 7. 11. war bis 30 m 9,4° Homothermie, am 24. 11. bis zur selben Tiefe 8,38° Homothermie und am 15. 12. 7,0° Homothermie bis 50 m. Die Sprungschicht lag normal zwischen 60 und 70 m. — Die Wärmegewinne ab April betragen: 289; 1040; 1160; 1868; 2025; 2184; 2172; 1705; 1200 Kalorien.

Die Sprungschicht zeigt nicht immer den zu erwartenden Verlauf. Daran ist die außerordentliche Turbulenz des Sees schuld, die insbesondere bei Hochwässern in Erscheinung tritt. Nicht nur die Traun wird zu einem reißenden Strom. Auch der Waldbach kann dann längst nicht mehr als „Bach“ bezeichnet werden und ist ein kleiner reißender Fluß geworden. Ebenso führen die Quellen des Hirschbrunn-Quellbezirks dem See sehr bedeutende Wassermengen zu.

Die Verhältnisse wurden im Jahre 1943 graphisch dargestellt. Die untere Sprungschicht begann, sich in den ersten Julitagen auszubilden. Am 14. 7. war eine deutliche Spr. zwischen 40 und 50 m ausgebildet. Die Temperaturdiff. betrug 1,3°. Am 3. 8. war infolge der Erwärmung des Oberflächenwassers auf 21,6° eine deutliche obere Spr. entstanden. Der Abfall zwischen 0 m und 5 m betrug 9,2°.

der zwischen 5 m und 10 m $1,8^{\circ}$. Die untere Spr. hatte sich auf die Schichten von 40 m bis 60 m ausgedehnt. Der 27. 9. zeigte ganz andere Verhältnisse. Es war ein Hochwasser vorausgegangen. Wir sehen von der Oberfläche bis hinab auf 50 m einen geradlinigen, starken und gleichmäßigen Temperaturabfall, der $8,9^{\circ}$ ausmacht. Zwischen 50 m und 60 m liegen nur $0,4^{\circ}$. Zwischen 60 m und 100 m ist wieder ein gleichmäßiger Abfall, der $0,6^{\circ}$ — $0,7^{\circ}$ für die 10-m-Schichte beträgt. Am 10. 11. ist nur die Spr. zwischen 50 m und 60 m vorhanden und beträgt $1,1^{\circ}$. Im Dezember ist auch diese verschwunden. Am 28. 12. herrscht $6,2^{\circ}$ Homothermie bis 50 m. Bei 60 m $6,18^{\circ}$; 70 m $5,8^{\circ}$; 80 m $5,2^{\circ}$; 90 m $5,1^{\circ}$; 100 m $4,8^{\circ}$. Der größte Sprung liegt zwischen 70 und 80 m.

Schließlich sei noch die Sprungschicht des Jahres 1949 besprochen. Am 12. 7. ist sehr schön die obere Spr. zu sehen. Zwischen 0 m und 5 m herrscht eine Temperaturdifferenz von $7,4^{\circ}$. Die zweite Spr. liegt zwischen 40 m und 50 m, greift aber schon in die nächst tiefere Schichte über. Die obere Spr. vom 21. 9. — nach Hochwasser — ist durch die Turbulenz verwischt. Die untere zwischen 40 und 60 m ist nahezu unverändert erhalten. Am 24. 8. war sehr scharf die obere Spr. zwischen 0 m und 5 m ausgebildet. Differenz: $2,8^{\circ}$. Dann ist die zweite Spr. zwischen 40 m und 50 m mit $2,5^{\circ}$ entwickelt. Am 7. 11. ist die obere Spr. verschwunden. Es herrscht Homothermie bis 30 m. Am 15. 12. haben wir 7° Homothermie bis 50 m. Die untere Spr. ist zwischen 50 m und 70 m verlagert. Am 29. 12. herrscht Homothermie ($6,2^{\circ}$ — $6,3^{\circ}$) bis 50 m. Zwischen 60 und 70 m sind noch Andeutungen der zweiten Spr. zu sehen. Differenz: $0,25^{\circ}$. Mitte Jänner 1950 haben wir bereits durchgängig $4,4^{\circ}$ Homothermie, die auch noch Mitte März festzustellen ist.

Anschrift des Verfassers:

Regierungsrat Dr. Fr. Morton, Botan. Station,
Hallstatt/Salzkammergut.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus der Botanischen Station in Hallstatt](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [108](#)

Autor(en)/Author(s): Morton Friedrich

Artikel/Article: [Thermik und Sauerstoffverteilung im Hallstätter See A. Die Thermik des Hallstätter Sees. Zehnte Mitteilung. Die Thermik des Obersees in den Jahren 1942-1949, \(Aus der Botan. Station in Hallstatt, Nr. 108\), Archiv für Hydrobiologie 1951 Bd. XLIV S. 654-660. 1-8](#)