

# Zur Dynamik im Hypolimnion des Überlinger Sees (Bodensee)

Von Hubert LEHN

(Aus der Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz)

Herrn Prof. Dr. MAX AUERBACH zum 80. Geburtstag

## Einleitung

Die Methoden der quantitativen Untersuchungen stehender Gewässer werden heute vielfach einer kritischen Beurteilung unterzogen, die im Augenblick wohl weniger der Fixierung, Auszählung oder Auswertung als vielmehr der Gewinnung der Proben gilt. So hat z. B. ELSTER (1958) in Zusammenarbeit mit TONOLLI in seinem Bericht „Zum Problem der quantitativen Methoden in der Zooplanktonforschung“ beim XIII. Internationalen Limnologenkongreß neben den Fanggeräten die unterschiedliche Horizontalverteilung des Zooplanktons als wesentlichen Mangel aller Untersuchungsmethoden erwähnt: In größeren Gewässern können einerseits örtliche Jahresrhythmus- und Produktionsdifferenzen die Ursachen sein; im gleichen Sinne äußert sich TONOLLI (1959). Andererseits können aber lokal begrenzte „Planktonwolken“ entstehen, die wohl als Folgen hydrographischer Verschiebungen auftreten. Diese sind im wesentlichen auf Windwirkungen zurückzuführen, wie in neuerer Zeit vor allem MORTIMER (1953, 1954) im Modell und mit Hilfe fortlaufender Temperaturregistrierungen im Lake Windermere zeigen konnte. Außer den von ihm angeführten und analysierten Arbeiten älterer Autoren von verschiedenen Seen wurde auch bei den beobachteten Temperaturveränderungen von ELSTER (1939) im Bodensee-Obersee, von THOMAS (1949, 1950) im Zürichsee, von DUSSART (1954) im Genfer See und von der ANSTALT FÜR BODENSEEFORSCHUNG (1957, 1959) im Überlinger See (Bodensee) auf Windwirkung hingewiesen. Von THOMAS und der ANSTALT FÜR BODENSEEFORSCHUNG wurden auch windbedingte Planktongefälle in horizontaler Richtung festgestellt.

LEHN (1956) hat an Hand von kontinuierlich und stationär aus dem ufernahen Hypolimnion des Überlinger Sees (aus 40 m und 60 m Tiefe) gepumptem Wasser neben den zweistündigen Temperaturmessungen das Phyto- und Zooplankton untersucht. Dabei konnte der weitgehend parallele Verlauf der kurzfristigen Temperatur- und Planktonänderungen während der Sommerstagnation als windbedingt gezeigt werden.

Schnelle Veränderungen der Meßwerte an einer Untersuchungsstelle führen zur Frage: Liegt im geschichteten See die schwächste Stelle pelagischer Untersuchungsmethoden vielleicht nicht bei den Geräten zur Entnahme und Auswertung der Proben, sondern bei der kurzfristig wechselnden Situation des Wasserkörpers? Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag zum Situationsproblem und damit zur Dynamik im Bereiche des ufernahen Hypolimnions sein.

## Methode

Am Nordufer des Überlinger Sees liegt die Versuchsfilterstation Sipplingen des Zweckverbandes Bodenseewasserversorgung (Abb. 1), dem ich für die Möglichkeit zur Durchführung der Untersuchungsreihen in den Jahren 1955 und

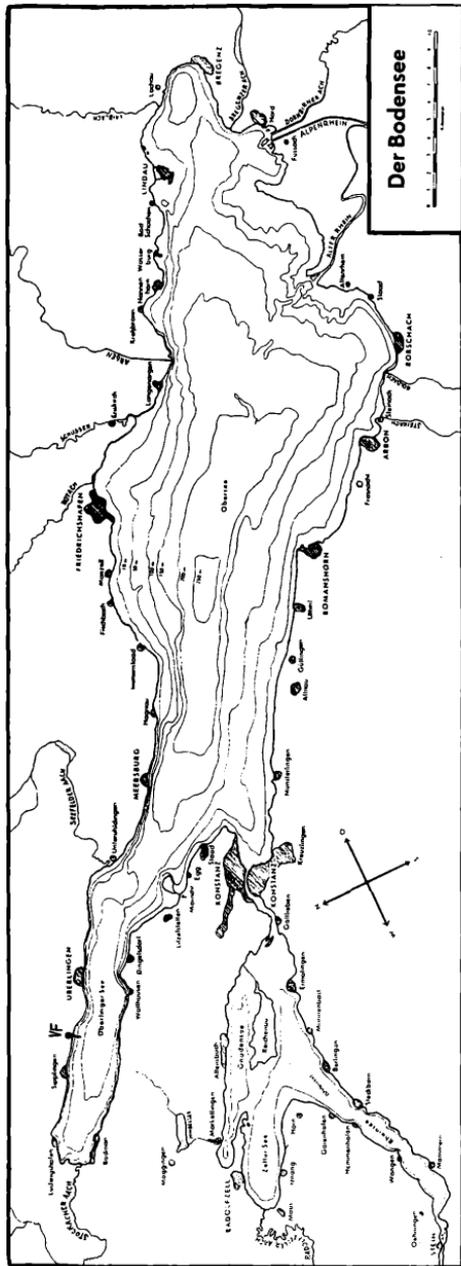


Abb. 1: Lage der Versuchsfilterstation Sippingen (= VF).

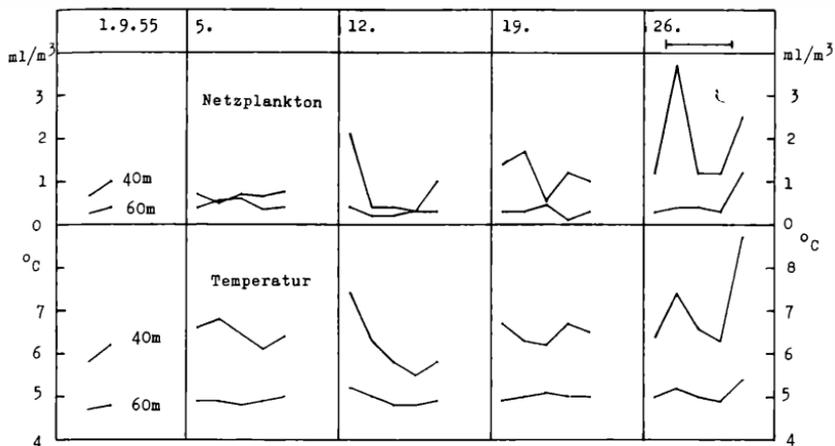


Abb. 2: Tägliche Temperatur- und Netzplanktonwerte im September 1955.

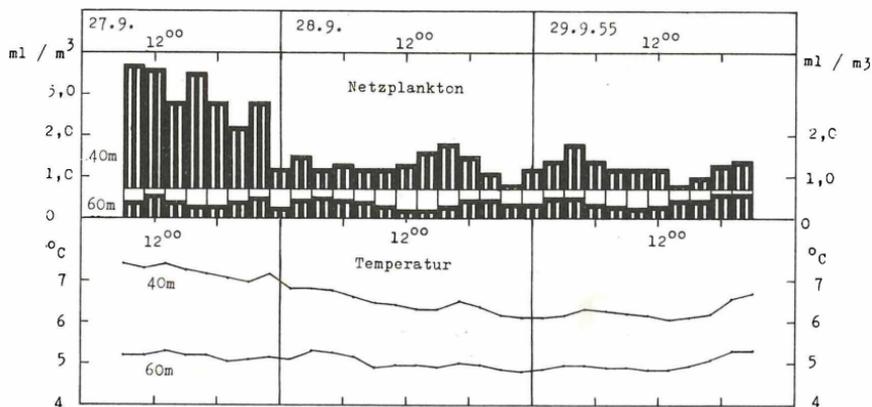


Abb. 3: Fortlaufende zweistündige Temperatur- und Netzplanktonwerte vom 27.—29. September 1955.

1956 zu Dank verpflichtet bin. Das Wasser wurde in 2 Seeleitungen aus 40 m und 60 m Tiefe, 5 m über Grund und etwa 450 m Entfernung vom Ufer kontinuierlich gepumpt.

Bei den täglich mit Ausnahme der Wochenenden vorgenommenen Untersuchungen wurde die Temperatur abgelesen und innerhalb von 2 Std. 1 m<sup>3</sup> Wasser in einem feinmaschigen Planktonnetz mit Müllerseide Nr. 25 filtriert, fixiert und das Absetzvolumen des „Netzplanktons“ bestimmt. Es enthält das gesamte Crustaceenplankton und die Masse der größeren Phytoplankter (Abb. 2). Aus den Zeiten der hier interessierenden direkten Schichtung der Jahre 1955 und 1956 (Anfang Mai bis Anfang Dezember) liegen für jede Tiefe und Untersuchungsart 284 bis 297 Meßwerte vor.

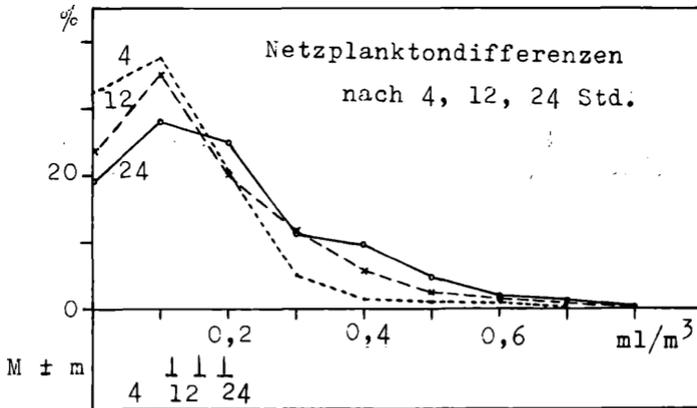
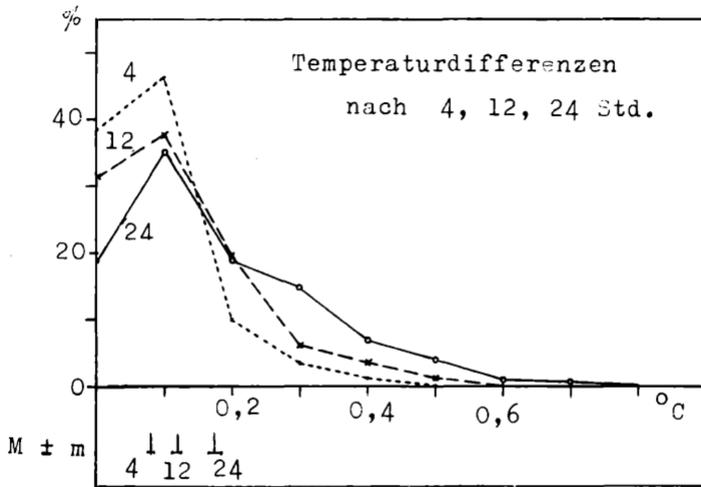


Abb. 4: Verteilungskurven der prozentualen Häufigkeit der Größenklassen der Differenzen zweier Meßwerte in 60 m Tiefe; Mittelwerte und Mittelwertsfehler.

Daneben konnten im Rahmen fortlaufender, bis zu 5 Tagen dauernder Probenentnahmen ohne Unterbrechung Netzplanktonwerte gewonnen werden, indem alle 2 Std. das Planktonnetz ausgetauscht und gleichzeitig auch die Temperatur festgestellt wurde. Auf diese Weise liegen für einen Tagesverlauf 12 Meßwerte vor (Abb. 3), wodurch erst kurzfristige Veränderungen in der Tiefenzone eines Sees erkennbar werden. Eine weitere zeitliche Verdichtung der Probengewinnung war wünschenswert, ließ sich aber nicht verwirklichen. Aus diesen Untersuchungsserien stehen 391 bis 460 Temperatur- und Netzplanktonwerte beider Tiefen zur Verfügung.

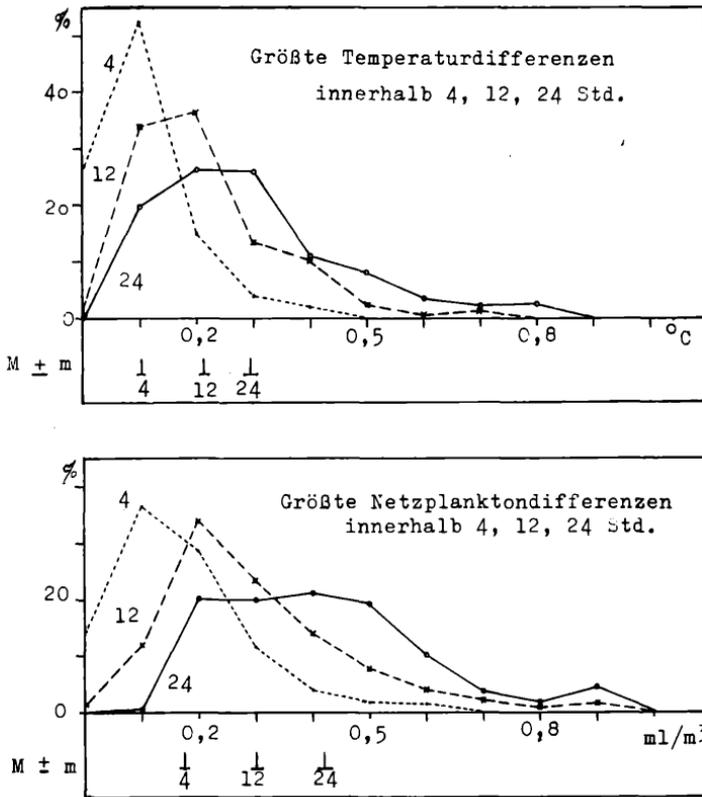


Abb. 5: Verteilungskurven der prozentualen Häufigkeit der Größenklassen der größten Differenzen von Meßwerten in 60 m Tiefe. Mittelwerte und Mittelwertsfehler.

Die Temperaturwerte sind zeitlich gesehen Meßpunkte, die Netzplanktonwerte dagegen Mittelwerte zweistündiger Meßstrecken, von denen bei der weiteren Bearbeitung der Zeitmittelpunkt verwendet wurde.

Im folgenden wird versucht, aus den fortlaufenden und täglichen Untersuchungserien mit den mannigfachsten Veränderungen der einzelnen Meßwerte eine allgemein gültige Aussage über die Größe der Dynamik im ufernahen hypolimnischen Wasser des langgestreckten Überlinger Sees zu gewinnen. Die Ursachen solcher Veränderungen werden in diesem Zusammenhang nicht betrachtet.

Für die statistische Auswertung (WEBER 1935, MATHER 1954) wurden zunächst die Differenzen zwischen zwei benachbarten Meßwerten (s. Abb. 3), also im Zeitabstand von 2 Std. der fortlaufenden bzw. von 1 Tag der täglichen Untersuchungen, in Größenklassen eingeteilt und die jeweilige Häufigkeit in Prozent errechnet. Graphisch dargestellt entstehen Verteilungskurven der Temperatur und des Netzplanktons. In gleicher Weise wurden die Differenzen zweier Meßwerte im Abstand von 4, 6, 12, 18 und 24 Std. der fort-

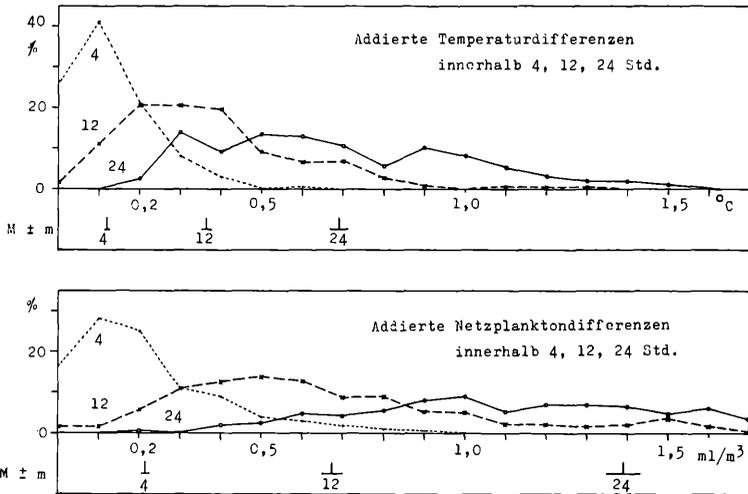


Abb. 6: Verteilungskurven der prozentualen Häufigkeit der Größenklassen der addierten Differenzen von Meßwerten in 60 m Tiefe; Mittelwerte und Mittelwertsfehler.

laufenden, sowie von 2 und 3 Tagen der täglichen Untersuchungen bearbeitet, wobei die dazwischenliegenden Meßwerte unbeachtet blieben. Die Anzahl der gewonnenen Differenzwerte, die eine Verteilungskurve ergeben, liegt zwischen 233 und 441 bei den fortlaufenden bzw. zwischen 161 und 224 bei den täglichen Untersuchungen; erstere sind damit statistisch genauer.

In Abb. 4 sind z. B. 4-, 12- und 24-Std.-Verteilungskurven der Temperatur und des Netzplanktons aus 60 m Tiefe eingezeichnet. Die Häufigkeit fehlender oder geringer Differenzgrößen ist nach kurzen Zeitabständen größer als nach längeren.

Von jeder Verteilungskurve wurden der Mittelwert (= M) und der Mittelwertsfehler (= m) berechnet. Sie werden ebenfalls mit zunehmendem Zeitabstand größer. Die Mittelwerte enthalten die Unterschiede zweier Meßwerte von bestimmten Zeitabständen (z. B. Zeitpunkt 0 und Zeitpunkt 24 Std.). Die dazwischenliegenden sehr verschiedenen großen Meßwerte (s. Abb. 3), die die stetigen Veränderungen im Tiefenwasser anzeigen, werden nicht erfaßt.

Alle Meßwerte wurden daher bei einer zweiten Berechnungsart mit einbezogen, indem die größten Differenzen von z. B. 3 Meßwerten innerhalb eines Zeitraumes von 4 Std. ermittelt, in Größenklassen eingeteilt, die jeweilige Häufigkeit in Prozent berechnet und als Verteilungskurve dargestellt wurden (Abb. 5). Auch für die größeren Zeiträume von 6, 12, 18 und 24 Std. der fortlaufenden Untersuchungen wurden aus den 4 und mehr hineinfallenden Meßwerten die größten Differenzen ausgesucht und als Verteilungskurven gezeichnet. Die Anzahl der Differenzwerte, die eine Verteilungskurve ergeben, liegt hier zwischen 233 und 420. Die Häufigkeit fehlender oder kleiner Differenzgrößen ist im Vergleich zu den Verteilungskurven der einfachen Differenzen (s. Abb. 4) viel geringer, während die der größeren Differenzklassen beträchtlich zugenommen hat. Dementsprechend sind auch die Mittelwerte und Mittelwertsfehler größer. Im übrigen werden bei diesem Verfahren die kleinen stetigen Veränderungen nicht berücksichtigt.

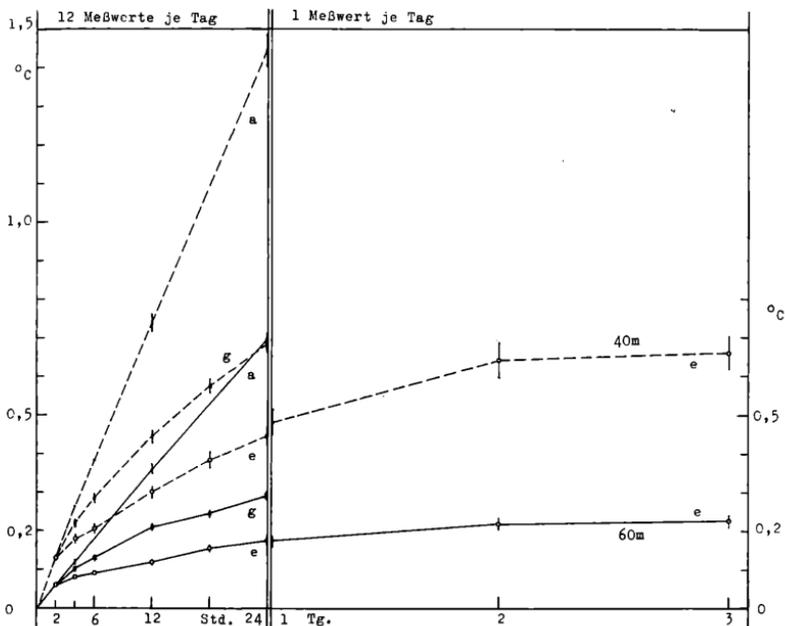


Abb. 7: Mittelwerte und Mittelwertsfehler der einfachen (= e), größten (= g) und addierten (= a) Temperaturdifferenzen in 40 m und 60 m Tiefe.

Um nun die Gesamtheit der kontinuierlichen Veränderungen im Tiefenwasser, soweit dies bei zweistündigem Meßabstand überhaupt möglich ist, zu erfassen, wurden in einer dritten Berechnungsart die addierten Differenzen von z. B. 3 Meßwerten in einem Zeitraum von 4 Std. festgestellt und die prozentuale Häufigkeit in jeder Größenklasse berechnet. Ebenso wurden die addierten Differenzen aller Meßwerte innerhalb 12 und 24 Std. gewonnen und verarbeitet. Die Anzahl der Differenzwerte liegt zwischen 217 und 405. Abb. 6 zeigt die Verteilungskurven der addierten Differenzen z. B. der 60-m-Temperaturen innerhalb 4, 12 und 24 Std. Die Nullwerte sind nun selten oder fehlen ganz, die größeren Differenzklassen haben sehr zugenommen. Insgesamt streuen diese Differenzwerte stark, so daß die Verteilungskurven sehr flach werden und teilweise nicht vollständig eingezeichnet sind. Die Mittelwerte und Mittelwertsfehler sind hier am größten.

### Ergebnis

Alle errechneten Mittelwerte und Mittelwertsfehler der einfachen Differenzen zwischen zwei Punkten (= e-Mittelwerte), der größten Differenzen in Zeiträumen (= g-Mittelwerte) und der addierten Differenzen in Zeiträumen (= a-Mittelwerte) wurden zusammengefaßt und nach Temperatur und Netzplankton getrennt in ein Zeit-Differenzgrößen-System eingeordnet (Abb. 7, 8). Es entstehen Kurven größter Wahrscheinlichkeit, die bei den e- und g-Mittelwerten etwa in Form einer Parabel, bei den a-Mittelwerten in Form einer Geraden ansteigen.

Die Temperaturunterschiede (Abb. 7) der einfachen Differenzen (e-Mittelwerte) beginnen nach 2 Std. in 40 m und 60 m Tiefe mit  $0,13^{\circ}\text{C}$  bzw.  $0,06^{\circ}\text{C}$  und

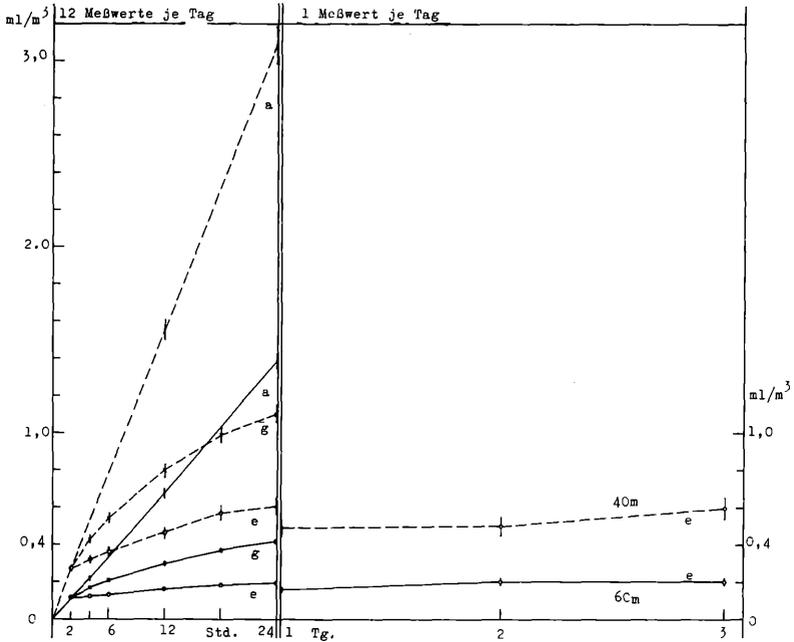


Abb. 8: Mittelwerte und Mittelwertsfehler der einfachen (= e), größten (= g) und addierten (= a) Netzplanktondifferenzen in 40 m und 60 m Tiefe.

erreichen nach 24 Std.  $0,45^{\circ}\text{C}$  bzw.  $0,17^{\circ}\text{C}$ . Mit geringen Abweichungen, die innerhalb der Fehlergrenzen liegen, setzen hier die 1-Tag-Werte der täglichen Untersuchungen an und steigen nach 3 Tagen auf  $0,66^{\circ}\text{C}$  bzw.  $0,22^{\circ}\text{C}$  an.

Für die größten Differenzen sind in den entsprechenden Zeiträumen weit größere Ausmaße festzustellen. Die g-Mittelwerte liegen z. B. für 24 Std. bei  $0,68^{\circ}\text{C}$  in 40 m und bei  $0,29^{\circ}\text{C}$  in 60 m Tiefe.

Die addierten Differenzen (a-Mittelwerte) steigen vom 2-Std.-Wert beginnend als Gerade bis zu einem Wert von  $1,45^{\circ}\text{C}$  bzw.  $0,69^{\circ}\text{C}$  in den beiden Tiefen innerhalb 24 Std. an. Die Gesamtheit der Veränderungen nimmt somit in kurzen Zeiträumen im allgemeinen gleichmäßig zu, d. h. das Wasser in größeren Tiefen ist dauernd in Bewegung (vgl. MORTIMER 1953).

Im einzelnen gibt es natürlich auch kürzere Zeiträume, in denen einerseits keine Veränderungen feststellbar sind, andererseits aber auch solche von außerordentlicher Größe. So wurden in 40 m Tiefe in 2 Std. z. B. Temperatursprünge von  $1,4^{\circ}\text{C}$  und Netzplanktonsprünge von  $2,2\text{ ml je m}^3$  Wasser festgestellt. Aus der gleichen Untersuchungsstation konnte inzwischen GRIM nach mündlicher Mitteilung noch größere Veränderungen beobachten.

Beim Netzplankton (Abb. 8) sind die Befunde über die kurzfristigen Veränderungen ganz ähnlich wie bei der Temperatur, wenngleich durch die größere Streuung der Einzelwerte die Mittelwertsfehler merklich größer sind.

Die Unterschiede der einfachen Differenzen (e-Mittelwerte) beginnen nach 2 Std. in 40 m und 60 m Tiefe mit  $0,28$  bzw.  $0,11\text{ ml/m}^3$  und erreichen nach 24 Std.  $0,61$  bzw.  $0,19\text{ ml/m}^3$ . Der Übergang von den fortlaufenden zu den täglichen

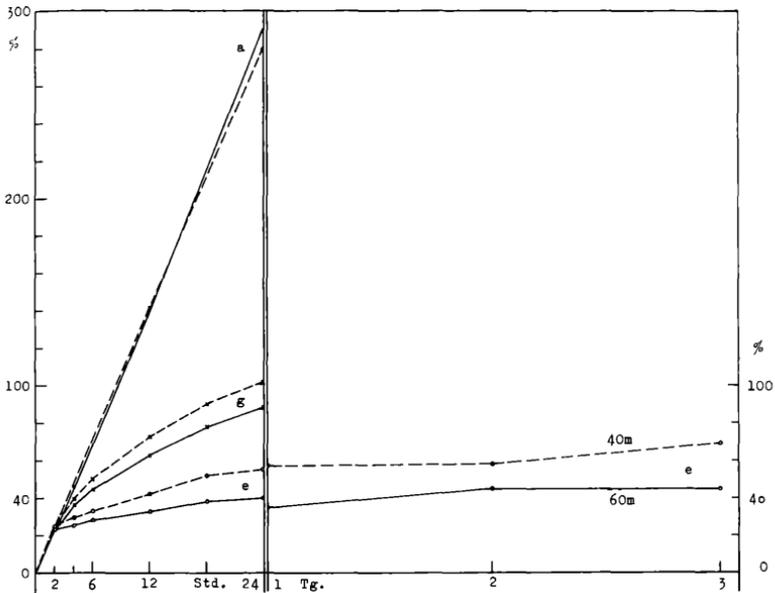


Abb. 9: Ausmaß der kurzfristigen Netzplanktonvariabilität in % des Mittelwertes der fortlaufenden und täglichen Untersuchungen.

Untersuchungen ist mit einem auffallenden Rückgang verbunden, stärker in 40 m, geringer in 60 m Tiefe. Bei den Temperaturen war dieser Abbruch nicht zu bemerken. Nun wurden aber aus andern Gründen die fortlaufenden Untersuchungen bevorzugt in Monaten mit erhöhtem Planktongehalt durchgeführt, wodurch vor allem in 40 m Tiefe der Netzplankton-Mittelwert der Sommerstagnationen mit  $1,1 \text{ ml/m}^3$  merklich höher war als bei den täglichen Untersuchungen mit  $0,86 \text{ ml/m}^3$ . Damit müssen auch die festgestellten Differenzwerte größer als bei den täglichen Untersuchungen ausfallen.

Weit höhere Werte erreichen die größten Differenzen innerhalb der gleichen Zeiträume. In etwa parabelförmiger Kurve steigen die g-Mittelwerte in 24 Std. auf  $1,11 \text{ ml/m}^3$  in 40 m und auf  $0,42 \text{ ml/m}^3$  in 60 m Tiefe an.

Einen fast geradlinigen Verlauf nimmt der Anstieg der addierten Differenzen (a-Mittelwerte) und endet in den beiden Tiefen im Zeitraum von 24 Std. bei  $3,09$  bzw.  $1,39 \text{ ml/m}^3$ .

Diese Differenzmittelwerte wurden nun auf den Prozentanteil des jeweiligen Mittelwertes des Netzplanktons umgerechnet, einerseits um den oben (bei den e-Mittelwerten) erwähnten Netzplanktonrückgang bei 24 Std./1 Tg. zu korrigieren, andererseits um die beiden Tiefenstufen besser vergleichen zu können (Abb. 9). Nun schließen die e-Mittelwerte beim Übergang von den fortlaufenden zu den täglichen Untersuchungen wie bei den Temperaturen mit nur geringen Abweichungen aneinander an. Die Unterschiede erreichen nach 24 Std. in 40 m Tiefe etwa 55 % der mittleren Netzplanktonmenge und in 60 m Tiefe etwa 40 %. Nach 3 Tagen steigen sie auf etwa 70 % bzw. 45 % an. Werden somit 2 Planktonproben im Abstand von 1 Tag entnommen, dann ist mit größter Wahrscheinlichkeit ein Unterschied von etwa 50 % der vorhandenen Planktonmenge zu erwarten.

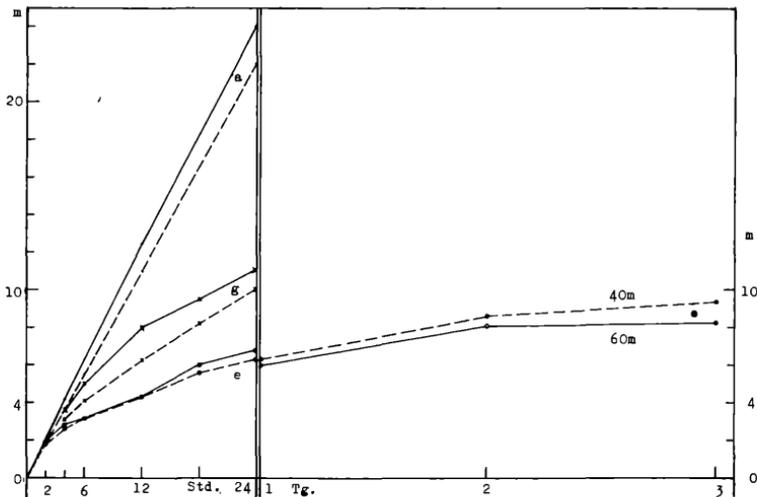


Abb. 10: Ausmaß der kurzfristigen Vertikaldynamik in Metern.

Die Mittelwerte der größten Differenzen (g-Mittelwerte) sind schon innerhalb weniger Stunden sehr groß. Für beide Tiefen lauten die Prozentwerte: In 6 Std. etwa 50 %, in 12 Std. 60—70 % und in 24 Std. 90—100 % der Netzplanktonmenge.

Die Mittelwerte der addierten Differenzen (a-Mittelwerte) erreichen in beiden Tiefen schon im Zeitraum von 8 Std. 100 % und in 24 Std. 280—290 % der mittleren Netzplanktonmenge, d. h. die gesamten Veränderungen des Netzplanktons sind im Verlaufe eines Tages fast dreimal so groß wie die vorhandene Netzplanktonmenge.

Von der Temperatur kann nicht gut ein Prozentsatz berechnet werden, jedoch bietet sich eine andere Möglichkeit der Verwertung an. Aus dem freien Wasser liegt ein Temperatur-Vertikalprofil vor, aus dem Pumpwasser ein Temperatur-Teilprofil. An beiden kann durch Abmessen der gefundenen Differenzmittelwerte das Ausmaß der vertikalen Wasserbewegung der Größenordnung nach ermittelt werden. Dabei wird vorausgesetzt, daß in kurzen Zeiträumen eine Temperaturveränderung mit einer vertikalen Wasserbewegung verbunden ist. Inwieweit hierbei horizontale Wasserverfrachtungen beteiligt sind, bleibt offen.

In beiden untersuchten Tiefen (Abb. 10) sind die Dimensionen kurzfristiger vertikaler Wasserbewegungen etwa gleich groß, da die größeren Veränderungswerte in 40 m Tiefe durch das stärkere Temperaturgefälle ausgeglichen werden. Die Tiefenveränderung eines Wasserteilchens, die beim Vergleich von 2 Untersuchungen im Zeitabstand von 6, 12 und 24 Std. und von 3 Tagen sichtbar wird (e-Mittelwerte), beträgt demnach mit größter Wahrscheinlichkeit etwa 3 m, 4 m, 6 m und 9 m. In der Zwischenzeit von z. B. 6, 12 und 24 Std. hat es in vertikaler Richtung Wege zurückgelegt (a-Mittelwerte), die im Mittel insgesamt einer Strecke von etwa 6 m, 12 m und 23 m entsprechen. Dabei erreichte es kurzfristig größte Vertikalabweichungen (g-Mittelwerte) von etwa 4,5 m, 7 m und 10,5 m.

Die zweistündig gewonnenen Meßwerte enthalten natürlich bei weitem nicht sämtliche kleinen Veränderungen im untersuchten Wasserkörper. Die hier gezeigten a-Mittelwertskurven werden demnach beträchtlich zu nieder sein. Auch die größten Abweichungen werden nicht voll erfaßt werden können, so daß die

g-Mittelwertskurven nicht die rechte Höhe erreichen. Alle diese Werte können nur durch Erhöhung der Meßdichte verbessert werden. Einzig die Mittelwerte der einfachen Differenzen (e-Mittelwerte) sind davon unbeeinflusst.

Die Variabilität der Meßwerte ist ein Ausdruck dynamischer Vorgänge im Wasser, die an den verschiedenen Orten eines Sees nicht gleich groß sein werden. Der Gedanke liegt nahe, zu Vergleichszwecken eine Variabilitätszahl bzw. Dynamikzahl zu ermitteln: Erstere soll die mittlere Differenz im Zeitabstand von 24 Std., letztere die mittlere Gesamtveränderung im Zeitraum von 24 Std. symbolisieren. An der vorliegenden Untersuchungsstelle — das ufernahe Hypolimnion des fjordartigen Überlinger Sees in 40—60 m Tiefe (s. Abb. 1) — würden sie bei der vorgenommenen zweistündigen Meßdichte gemäß den e- und a-Mittelwerten für die Temperatur 6 m bzw. 23 m und für das Netzplankton 50% bzw. 285% lauten. Die Verhältnisse Variabilitätszahl : Dynamikzahl betragen etwa 1 : 4 und 1 : 6, stimmen also nicht ganz überein. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Untersuchungsmethoden nicht ganz gleich sind, da im einen Falle Meßpunkte, im andern Meßstrecken die Ausgangswerte bilden.

### Schlußbemerkung

Die statistische Auswertung fortlaufender Temperatur- und Netzplanktonuntersuchungen läßt erkennen, mit welchen Dimensionen kurzfristiger Variabilität und Vertikaldynamik hier mit größter Wahrscheinlichkeit zu rechnen ist. Einzeln vorgenommene quantitative Probenentnahmen unterliegen in vollem Umfange dem Fehler, der durch die schnell wechselnden pelagische Situation bedingt ist. Dieser entspricht beispielsweise durchaus dem der verschiedenen Fangeräte des Crustaceenplanktons (ELSTER 1958), oder übertrifft ihn noch. Nur wiederholte Probenentnahmen an einem Ort, oder über den See gelegte Profile, wodurch kurzfristige Extremsituationen erst erkennbar werden, können den quantitativen Untersuchungen die nötige Sicherheit verleihen.

Die vorliegende Arbeit betraf nur das ufernahe Pelagial; und es wird nicht verkannt, daß durch die Lage der Untersuchungsstation — an einem schmalen Teilsee des großen Bodensee-Obersees gelegen — die dynamischen Vorgänge stärker ausgeprägt sind als in der Nähe der Seemitte. Es ist daher wünschenswert, Temperaturmessungen sowie Phyto- und Zooplanktonuntersuchungen an kontinuierlich gepumptem Wasser auch auf Orte mit anderen beckenmorphologischen Voraussetzungen auszudehnen, im Interesse einer Erweiterung der Kenntnisse über die dynamische Ausgangssituation bei quantitativen Untersuchungen im Pelagial.

### Literatur

- DUSSART, B., 1954: Température et mouvements des eaux dans les lacs. Extrait des Annales de la Station Centrale d'Hydrobiologie appliquées **V**, 1—128.
- ELSTER, H.-J., 1939: Beobachtungen über das Verhalten der Schichtgrenzen nebst einigen Bemerkungen über die Austauschverhältnisse im Bodensee (Obersee). Arch. f. Hydrobiol. **35**, 286—346.
- ELSTER, H.-J., 1958: Zum Problem der quantitativen Methoden in der Zooplanktonforschung. Verh. internat. Ver. Limnol. **XIII**, 961—73.
- LEHN, H., 1956: Kurzfristige Temperatur- und Planktonschwankungen im ufernahen Hypolimnion des Überlinger Sees (Bodensee). Das Gas- und Wasserfach **97**, 222—25.

- Limnologischer Monatsbericht — Überlinger See: 1957/2 und 1959/1.  
Herausgegeben von der Anstalt für Bodenseeforschung  
der Stadt Konstanz.
- MATHER, K., 1954: Statistische Analysen in der Biologie, 466 S. Springer,  
Wien.
- MORTIMER, C. H., 1953: The Resonant Response of Stratified Lakes to Wind.  
Schweiz. Z. f. Hydrologie **XV**, 94—151.
- MORTIMER, C. H., 1954: Models of the flowpattern in lakes. *Weather* **IX**,  
177—84.
- MUCKLE, R., 1956: Die limnologischen Voraussetzungen für eine Groß-  
Trinkwasserentnahme aus dem Überlinger See (Boden-  
see). *Das Gas- und Wasserfach* **97**, 213—22.
- THOMAS, E. A., 1949: Sprungschichtneigung im Zürichsee durch Sturm.  
Schweiz. Z. f. Hydrologie **XI**, 527—45.
- THOMAS, E. A., 1950: Auffällige biologische Folgen von Sprungschicht-  
neigung im Zürichsee. *Schweiz. Z. f. Hydrologie* **XII**,  
1—24.
- TONOLLI, V., 1959: The distribution of temperature and plankton along  
the axis of a large lake (Lago Maggiore). Manuskript  
f. XIV. Internat. Limnolog. Kongreß.
- WEBER, E., 1935: Einführung in die Variations- und Erblichkeits-Statistik.  
J. F. Lehmanns, Verlag, München.

# 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: 1959

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Lehn Hubert

Artikel/Article: [Zur Dynamik im Hypolimnion des Überlinger Sees \(Bodensee\) 75-86](#)