©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Zusammenfassend läßt sich aus den obigen Erfahrungen folgende Lehre ziehen: An fischereiwirtschaftliche Untersuchungsergebnisse werden grundsätzliche Mindestanforderungen gestellt: ungedruckt sein und bleiben, umgehendst lieferbar, kostenneutral, grundlagenfern und politisch abgewogen. – Oder liegt da ein Mißverständnis vor?

Summary: *What would we come to . . . ? (Provincial misconceptions in fisheries biology):* Hopefully, the described misconceptions are of local relevance only.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Jürgen Hartmann, Eichenweg 6, D-7991 Eriskirch-M.

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

Ilse Butz, Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft

Wassertemperatur und Gewässer

2. Teil

5. Wärmehaushalt der Gewässer

Wärmeeinnahmen, Wärmeausgaben und die Wasserbewegung bestimmen den Wärmehaushalt der Gewässer.
Die wichtigste Wärmeeinnahme des Wassers ist die Strahlungsenergie, welche aus der Luft sowie durch Absorption der ins Wasser eindringenden Strahlung erfolgt. In destilliertem Wasser werden innerhalb einer Wasserschicht von einem Meter 53 Prozent der eindringenden Strahlung (vorwiegend die langwelligen Anteile) absorbiert und in Wärme umgewandelt. Die restlichen Prozente bestimmen das Lichtklima im Wasser. In natürlichen Gewässern ist die Absorption der Strahlung noch größer. Die Absorption der Strahlungsenergie im Wasser erklärt, warum sich Wasser über die Lufttemperatur hinaus erwärmen kann. Als Wärmequelle spielt die Eigenwärme der Erde bei Grundwässern eine große Rolle.
Die Wärmeabgabe des Wassers erfolgt durch Ausstrahlung, Verdunstung sowie Ableitung an die Luft und den Untergrund sowie durch Strömung.
Der Wärmehaushalt von Grundwasser, Fließgewässern und stehenden Gewässern ist recht unterschiedlich.

5.1 Wärmehaushalt von Grundwasser

Das Grundwasser wird durch an der Erdoberfläche versickerndes Wasser gespeist, wie Niederschlagswasser, Schmelzwasser und Oberflächenwasser. Das Grundwasser befindet sich in den Poren- und Lückenräumen der Erdkruste. Es kann in der 8 bis 60 km dicken Erdkruste bis 4 km Tiefe vorkommen.
Mit dem Wärmehaushalt des Grundwassers befaßt sich der Wissenszweig »Geothermie«. Die Grundwassertemperatur ist abhängig von der Strahlungsenergie der Atmosphäre, der Erdwärme, der Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Gesteinsschichten, der Stärke des Grundwasserstromes und der Wechselwirkung der verschiedenen Grundwassersysteme.
Der Mensch nutzt größtenteils das Grundwasser nahe der Erdoberfläche, welches als Quellwasser oder Brunnenwasser ans Tageslicht tritt. In dieser oberflächennahen Schicht entspricht die mittlere Grundwassertemperatur erfahrungsgemäß etwa der mittleren

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Jahrestemperatur der Luft (Tabelle 5) zuzüglich des geothermischen Gradienten von durchschnittlich 0,03 °C pro Meter Flurabstand (Tiefe des Grundwassers unter dem Gelände). Die Grundwassertemperaturen liegen in Österreich zumeist bei 8 bis 10 °C.

Die tageszeitlichen Temperaturschwankungen der Luft wirken sich nur bis zu wenigen Dezimetern Tiefe im Temperaturgang des Grundwassers aus. Die jahreszeitlichen Temperaturveränderungen der Luft können bis zu 15 – 20 Metern Flurabstand reichen, wobei

Tabelle 5: Mittlere Lufttemperatur für einige Meßstellen in Österreich. Meßwerte der Jahre 1931 – 1960 (aus: F. Wiederstein und F. Pramberger, 1983, Wiener Mitteilungen, Bd. 52)

Ort	m ü. A.	Temp. °C
Eisenstadt	160	10,1
Wien	203	9,7
Linz	265	9,2
Graz	377	9,1
Bregenz	443	8,7
Salzburg	435	8,4
Innsbruck	577	8,4
Klagenfurt	448	8,1

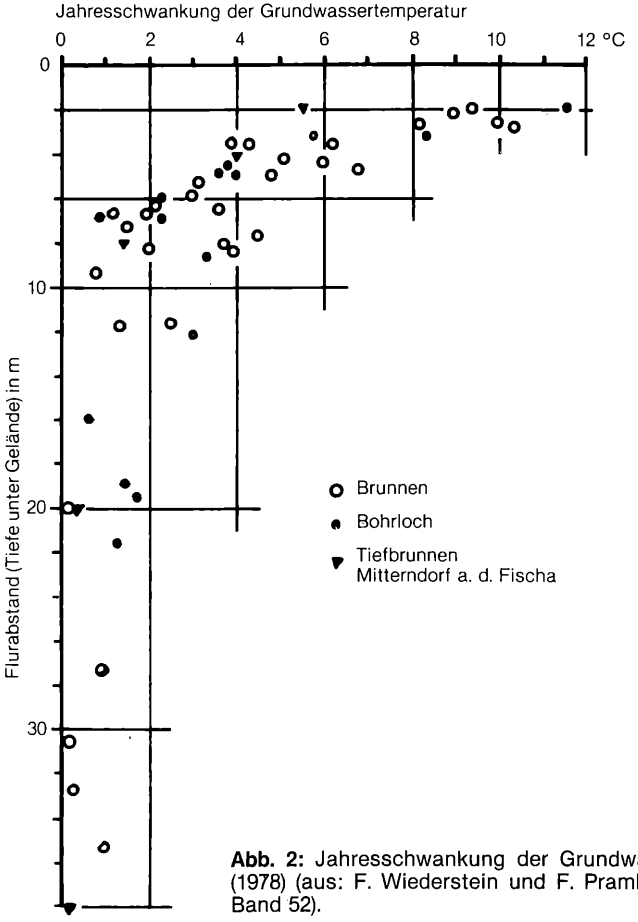


Abb. 2: Jahresschwankung der Grundwassertemperatur vom Flurabstand (1978) (aus: F. Wiederstein und F. Pramberger, 1983, Wiener Mitteilungen, Band 52).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
mit zunehmendem Flurabstand eine Abschwächung (Abb. 2) und eine zunehmende zeitliche Verzögerung des Temperaturganges des Grundwassers erfolgt. Unterhalb der in 15 – 20 m befindlichen neutralen Temperaturzone hat die Lufttemperatur keinen Einfluß mehr auf die Grundwassertemperatur. Diese wird von der Erdwärme bestimmt, welche in Abhängigkeit von der Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Gesteine dem geothermischen Gradienten von durchschnittlich 30 °C pro Kilometer Flurabstand folgt. Die Thermalwässer zählen zum Grundwasser dieser Zonen.

5.2 Wärmehaushalt der Fließgewässer

Die Turbulenz und Durchmischung des fließenden Wassers sorgt für gleichmäßige Temperaturbedingungen über den gesamten Abflußquerschnitt eines Fließgewässers, abgesehen von lokalen Quell- und Grundwasseraustritten, Zuflüssen oder Abwassereinleitungen. In Flußstauen und in Flüssen mit größeren Wassertiefen können zeitweise Temperaturschichtungen auftreten.

Im Längsverlauf eines Fließgewässers finden charakteristische Temperaturveränderungen statt, welche für die gemäßigte Klimazone geschildert werden. In der Quellregion (Krenon) wird die Temperatur von der Grundwassertemperatur geprägt, welche im Durchschnitt der mittleren Jahrestemperatur der Luft entspricht, ausgenommen Thermalquellen (siehe Kapitel Grundwasser). Fließgewässer, welche von Grundwasser gespeist werden, sind winterwarm bzw. sommerkalt.

Mit zunehmender Entfernung von der Quelle nimmt der Einfluß der Quelltemperatur ab und jener der Lufttemperatur zu. Der Wärmeaustausch mit der Luft ist in Bächen mit geringer Wasserführung und Wassertiefe größer als in Flüssen oder Strömen. Der Temperaturgang folgt mit zeitlicher Verzögerung den tageszeitlichen und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen der Luft; diese Gewässer gelten als sommerwarm bzw. winterkalt.

Das Ausmaß der tageszeitlichen und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen der an die Quellregion anschließenden Salmonidenregion (Rhithron) nimmt durch den abnehmenden Einfluß des Grundwassers zu. Zur Zeit der Schneeschmelze und bei Frost, wenn die Wassertemperatur null Grad beträgt, folgt die Wassertemperatur nicht dem Temperaturgang der Luft. Die Wassertemperaturen der Salmonidenregion liegen zwischen 0 °C bis maximal 20 °C.

In der an die Salmonidenregion anschließenden Cyprinidenregion (Potamon) nimmt das Ausmaß der kurzfristigen tagesperiodischen Temperaturschwankungen aufgrund der zunehmenden Wasserführung ab, während die jahresperiodischen Schwankungen weiterhin ansteigen. Die Wassertemperaturen der Cyprinidenregionen liegen zwischen 0 °C und über 20 °C, bei uns bis zu ca. 26 °C.

Die kontinuierliche Erhöhung der mittleren Wassertemperatur in Fließrichtung wird streckenweise gestört durch die Einmündung anders temperierter Nebengewässer oder Abwässer, durch eine unterschiedliche Beschattung (z. B. Uferbewuchs) oder durch die Einschaltung stehender Gewässer.

Im Einflußbereich von Grundwasser kommt es in Fließgewässern zu keiner Eisbildung. Voraussetzung für eine Eisbildung in Fließgewässern ist eine Abkühlung des gesamten Wasserkörpers auf 0 °C und eine mehrere Tage anhaltende Frostperiode.

Eisbildung erfolgt in Fließgewässern am Ufer, an der Oberfläche oder am Grund. Kleine Gewässer mit einer geringen Wasserführung können zur Gänze einfrieren. Durch den Aufstau der Flüsse kommt es häufiger zu Eistreiben und zum Zufrieren der Oberfläche als in ungestauten Fließgewässern. Hat sich eine Eisdecke oder eine Eis- und Schneedecke an der Oberfläche eines Fließgewässers gebildet, so vermindert diese die weitere Wärmeabgabe des Wassers. Bei tiefen Frosttemperaturen kann sich in Fließgewässern bis zu 50 cm Wassertiefe durch die stärkere Wärmeausstrahlung des dunklen Untergrundes Grundeis bilden. Das Eis entsteht zuerst an der angeströmten Seite von Steinen und

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Pflöcken und umwächst diese. Grundeis und Treibeis wirken abflußhemmend und können zu Überschwemmungen führen. Grundeis kann den Laich winterlaichender Fische zerstören. Treibeis und losgelöstes Grundeis üben eine starke mechanische Wirkung auf den Untergrund und die Fische aus und können so zu fischereilichen Schädigungen führen.

5.3 Wärmehaushalt stehender Gewässer

Die Wärmeeinnahme eines stehenden Gewässers erfolgt durch Wärmeeintrag aus der Luft, hauptsächlich jedoch durch Absorption der in die oberen Wasserschichten eindringenden Strahlungsenergie. Die Erdwärme spielt nur in stehenden Gewässern eine Rolle, die mit Grundwasser gespeist werden. Die Wärmeverluste erfolgen durch Ausstrahlung, Verdunstung und Wärmeableitung an die Luft. Der Wärmehaushalt wird durch das Ausmaß der Durchströmung entscheidend mitbestimmt.

Der Temperaturverlauf eines stehenden Gewässers folgt nicht nur dem Verlauf der absorbierten Strahlungsenergie. Der Wind sorgt je nach Windstärke, Windrichtung, Angriffsfläche und den temperaturbedingten Dichteunterschieden des Wassers für eine mehr oder weniger intensive Durchmischung und Wärmeverteilung im Gewässer.

In flachen stehenden Gewässern erfolgt der Wärmeaustausch, mit Ausnahme von windstillen Tagen, über die gesamte Wassertiefe. Solche Gewässer werden als Weiher bezeichnet. Diesem Gewässertyp gehören neben dem Weiher im engeren Sinn die künstlich angelegten und ablaßbaren Teiche an. Auch der sehr flache Neusiedler See ist eigentlich kein See, sondern ein Weiher.

Tiefe stehende Gewässer, in denen die Windenergie nicht mehr für einen ganzjährigen Wärmeaustausch über die gesamte Wassertiefe ausreicht, werden als Seen bezeichnet.

Der Wärmehaushalt der Seen in unserem gemäßigten Klima folgt den vier Jahreszeiten. Im Frühjahr sind die meisten Seen voll durchmischt (Frühjahrszirkulation) und besitzen über die gesamte Wassertiefe eine Temperatur von 4 °C. Mit zunehmender Erwärmung des Oberflächenwassers wird dieses spezifisch leichter, und die Windenergie vermag nur mehr einen Teil des Seevolumens zu durchmischen. Es bildet sich zur Zeit der Sommerstagnation eine durchmischte, warme Oberschicht (Epilimnion). Darunter folgt die Sprungschicht (Metalimnion) mit einem steilen Temperaturabfall. Sie bildet den Übergang zum nicht durchmischten kalten und damit spezifisch schweren Tiefenwasser (Hypolimnion) (Abb. 3). Diese Temperaturschichtung im Sommer ist in Seen, welche

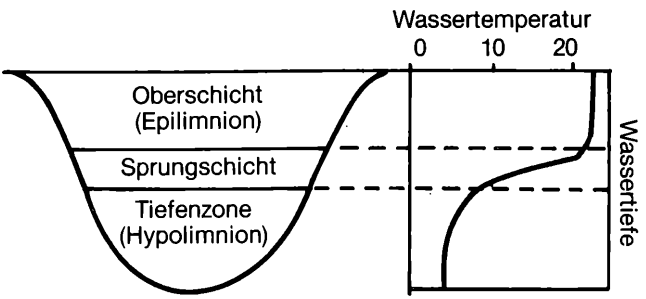


Abb. 3: Typische Temperaturschichtung eines Sees im Sommer (aus J. R. Vallentyne "The algal bowl – lakes and man" 1974 Department of the Environment Fisheries and Marine Service Ottawa).

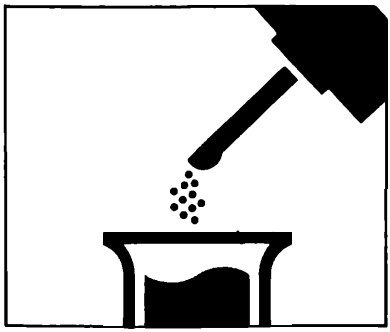
stark durchströmt werden, weniger deutlich ausgeprägt. Mit der Abkühlung des Wassers im Herbst gleicht sich die Temperatur der Oberschicht jener der Tiefenschicht an, und der Wind vermag die gesamte Wassermasse wieder zu durchmischen (Herbstzirkulation). Kühlt das Wasser unter 4 °C ab, so wird dieses wieder spezifisch leichter. Zur Zeit der Winterstagnation ruht das kalte Oberflächenwasser auf dem spezifisch schwereren viergrädigen Tiefenwasser. Bei weiterer Abkühlung kann sich an der Wasseroberfläche Eis bilden. Mit der Erwärmung des Wassers im Frühjahr setzt die Frühjahrszirkulation wieder ein.

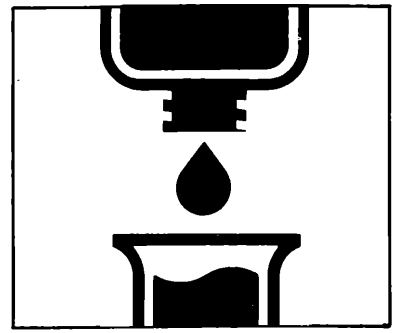
©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Erfolgt während der Frühjahrs- und Herbstzirkulation die Durchmischung des Wassers bis zum Grund, so spricht man von holomiktischen Seen. Bei den sogenannten meromiktischen Seen kommt es zu keiner Durchmischung bis zum Grund. Dies tritt ein bei Seen in windgeschützter Lage (z. B. Krottensee bei St. Gilgen im Salzkammergut) oder bei einem hohen spezifischen Gewicht des Tiefenwassers durch die Einleitung salzhältiger Abwässer (z. B. Salinenabwässer).

Moderne Analysensysteme

Reagenzien
MERCK





Gutschein einsenden an Firma:

AUSTRO-MERCK GmbH., Vertrieb Chemie
Zimbagasse 5, 1147 WIEN

GUTSCHEIN
Information über neue Schnelltests-Broschüren

Fahren Sie zum Hochseeangeln an die Ostsee

Wo? In die fangsichersten und bekanntesten Fischgründe der westlichen Ostsee – Fehmann/Burgstaaken

Was? z.B. Dorsch, Hornhecht etc.

Wann? Freitag, 30. August 1985: Abfahrt von Wien (Zusteigmöglichkeiten)
Samstag, 31. August: Angelausfahrt
Sonntag, 1. September: Ausflugs- oder Erholungstag
Montag, 2. September: Rückfahrt

Womit? Mit einem bequemen Fernreisebus

Wieviel? öS 3200,– pro Person im Doppelzimmer
Leistungen: Busfahrt, 3 Nächtigungen Zimmer/Frühstück, Kuttermiete

Mit wem? **Reiseagentur für Spezialreisen P.S.R. H&P Pekarek GmbH**
Himmelhofgasse 29A, 1130 Wien
Telefon 0 22 2 / 82 88 13 oder 82 70 325

Wir senden Ihnen gerne Anmeldeformulare zu – rufen Sie uns bitte an!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Butz Ilse

Artikel/Article: Wassertemperatur und Gewässer 144-148