

III Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten
Warszawa, Mai 1930.



Betrachtungen über die Methodik der Untersuchungen der Temperatur fliessender Gewässer

von
Dr. JÓZEF MATUSEWICZ (Polen).

W A R S Z A W A

Herausgegeben vom Ministerium für öffentliche Arbeiten
1930

~~POLSKA
AGENCJA GOSPODARCZA
DLOUGORODZIENIOWA~~
~~Nr. Inv. 1493~~

III Hydrologische Konferenz der Baltischen Staaten

Warszawa, Mai 1930.

~~MIN. PRZEMYSŁOWY~~

~~1493~~

Betrachtungen über die Methodik der Untersuchungen der Temperatur fliessender Gewässer

von Dr. Józef Matusewicz (Poien).

Erörterung der Notwendigkeit der Untersuchungen. Wie bekannt, besteht die Aufgabe der neuzeitigen Hydrologie in einer möglichst genauen und allseitigen Erforschung der in den Gewässern auftretenden Erscheinungen und Vorgängen. Sowohl die Hydrologie als Wissenschaft, wie auch die Wasserwirtschaft im allgemeinen, verlangen, dass beim Studium der fliessenden Gewässer nicht nur dessen descriptive Teil, sondern auch die das Verhalten der Flüsse betreffenden Probleme eine weitgehende Berücksichtigung finden.

Eines dieser Probleme, die Erforschung der thermischen Verhältnisse der fliessenden Gewässer, hat bis jetzt eine zu geringe Beachtung gefunden. Die hydrologischen Institute der Mehrzahl der baltischen Staaten scheinen im allgemeinen diesem Problem wenig Aufmerksamkeit zu schenken, wenigstens wenn man nach den hydrographischen Publikationen einzelner Länder urteilen will, in denen keine Veröffentlichungen der Beobachtungsresultate, höchstens nur Angaben über die Durchführung von Beobachtungen zu finden sind. Die sporadisch in der wissenschaftlichen Literatur erscheinenden, dieses Gebiet behandelnden Arbeiten tragen meistens den Charakter der statistischen Bearbeitung von Ergebnissen einer gewissen Gruppe von Beobachtungen, die sich auf ein einzelnes Objekt begrenzen.

Es sollte jedoch darauf Bedacht genommen werden, dass eine umständlichere und genauere Untersuchung der thermischen Verhältnisse der Flüsse zur Lösung mancher Probleme beitragen würde, welche bis jetzt noch keine wissenschaftliche Erklärung gefunden haben. In seinem Werke „Die Naturgeschichte des Eises“ *) sagt A. B. Dobrowolski (Mitglied der Belgischen Antarktischen Expedition) in Bezug auf das Wasser: „Der in der Natur am meisten verbreitete, die Erdkugel überflutende, ihre Schale, die unteren Schichten der Atmosphäre, alle Lebewesen durchdringende Körper bildet—was alle seine hauptsächlichsten Eigenschaften betrifft—unter allen irdischen Körpern ein Unikum“. Weiter sagt er : „Unbekannt ist die Ursache aller dieser besonderen Eigenheiten. Die Frage, warum das Wasser gerade bei dieser und nicht jener Temperatur friert, gehört vielleicht in's Gebiet der der Wissenschaft fremden Fragen. Warum nimmt das

*) A. B. Dobrowolski. „Historja naturalna lodu“ 940 s., 340 fig.
Warszawa 1923.

frierende Wasser an Umfang zu?, warum dehnt es sich überhaupt aus bei einer Erkühlung unter 4° ? Diese Fragen hat mancher Physiker durch seine Hypothesen zu ergründen versucht".

Abgesehen von der wissenschaftlichen Bedeutung des Problems, ist anzunehmen, dass genaue und systematische Beobachtungen der Temperatur fliessender Gewässer zur Lösung mancher praktischer Probleme (z. B. Prognose des Zeitpunktes der Vereisung und des Eisabgangs) beitragen werden. Ebenso haben wir keinen genügenden Grund, das Problem geringzuschätzen, inwiefern sich bei verschiedenen Temperaturen, zugleich mit der Veränderung der Wasserdichtigkeit die Verteilung der Wassergeschwindigkeiten in den Flüssen ändert. Vielleicht liegt gerade in dieser Veränderung der physischen Eigenschaften fliessender Gewässer die Lösung des Problems der Änderung der Abflussmengen im Winter.

Es ist überflüssig und vielleicht nicht am Platze, die Notwendigkeit solcher Studien und Untersuchungen weiter zu erörtern; diese wenigen Bemerkungen genügen vielleicht zur Betonung der Bedeutung einer weitgehenden und rationellen Erfassung der Untersuchung der Temperatur fliessender Gewässer.

Kurzer Überblick der bisherigen Untersuchungen. Wenn auch, wie vorher erwähnt, in der Literatur sporadische Arbeiten vorkommen, welche die Beobachtungen der Temperatur dieses oder jenes Wasserobjektes zum Gegenstand haben, so mangelt es fast gänzlich an Arbeiten von grösserer Tragweite, an Arbeiten, in welchen das Wärmerégime der Flüsse eines gewissen Landes im Allgemeinen synthetisch erfasst wäre und vor allem fehlt es an Arbeiten über die Methodik und die Art der Durchführung der Beobachtungen. Es ist einigermassen auffallend, dass die Mehrzahl der bisher publizierten Arbeiten, außer der Anführung allgemeiner Schlussfolgerungen resp. der Ergebnisse der Beobachtungen, keine Beschreibung der Methodik der Gewinnung der Ergebnisse und der Durchführung dieser Beobachtungen enthalten, was uns den richtigsten Begriff vom Werte dieser Beobachtungen selbst geben würde.

Gerade auf diesem Gebiet der Untersuchungen ist es — vielleicht mehr als auf irgend einem anderen—notwendig, ein gewisses Gewicht auf die Methodik der Untersuchungen selbst zu legen, wenn auch nur in Berücksichtigung der vielfachen technischen Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung der fliessenden Gewässer entgegenstellen und der Unvollkommenheit und der Unzulänglichkeit sowohl unserer Sinne als auch der bisher angewandten Apparate entspreisen. Daher wird es für die Forscher zum Gebote, die Irrtümer und die Ungenauigkeiten auf's Minimum herabzusetzen. Die bisherige Methodik der Untersuchungen und die herausgegebenen Vorschriften stützen sich meistens auf die dem bis dahin einzigen synthetischen und grundliegenden Werke Dr. A. Forsters „Die Temperatur fliessender Gewässer Mitteleuropas“ (Wien, 1894) entnommenen Weisungen.

Die Schlussfolgerungen und die methodischen Anleitungen dieses vor 35 Jahren erschienenen Werkes, welches—wie es der Autor selbst bemerkt—auf mannigfaltigem oft zweifelhaftem zu Vergleichen sich schwerlich eignendem Material aufgebaut ist, sollten jedoch durchgesehen, verifiziert und erweitert werden.

Grundsätzliche Fragen. Bevor man zu einer Analyse der bisherigen Beobachtungs-Methoden schreitet und etwaige Vorschläge betreffs Neugestaltung derselben für die Zukunft formuliert, sollte man sich klar vergegenwärtigen, welche Fragen die Beobachtungen zu beantworten haben. Die einfachsten,

elementaren Forderungen, die man den Messungen stellt, sollten sich unserer Ansicht nach auf Erlangung: 1) der 24-stündigen und periodischen (monatlichen, langjährigen u. s. w.) Mittelwerte, 2) der maximalen und minimalen Werte (sonach auch der Amplitude) für die nämlichen Perioden, 3) der zeitlichen Zerteilung der obigen Werte—sowie auf die Beobachtung der Temperaturänderungen an verschiedenen Flusstellen sowie in einem gegebenen Flussquerschnitte beschränken.

Das Streben nach einer Antwort auf alle diese Fragen, zwingt uns dazu, die bisherigen Beobachtungs-Mittel und Methoden zu analisieren und diejenige Methode, deren wir uns in der Zukunft bedienen sollen, festzustellen.

Bisherige Untersuchungen in Polen. Auf Grund der in Polen durchgeföhrten Untersuchungen, wollen wir nun feststellen, ob die bisherigen Methoden und der bisherige Umfang uns eine Antwort auf die obenangeföhrten Fragen zu geben vermögen. Die in unserem Besitz befindlichen Ziffern, be-rechtigen uns, wie schon erwähnt, zur Behauptung, dass das Niveau der Beobach-tungen in anderen Ländern keineswegs höher sei als in Polen. Die Messungen der Wassertemperatur der polnischen Flüsse werden schon seit einer Reihe von Jahren bewerkstelligt, so z. B. auf den Flüssen Südpolens (ehem. Oester. Polen) werden Beobachtungen schon seit 1898 geföhrt; die Ergebnisse wurden in den Jahrbüchern des Hydrographischen Zentral-Bureaus in Wien publiziert*). Auf anderen Flüssen Polens, datieren die Beobachtungen von 1919, die letzten Beobachtungen der Wassertemperatur umfassen 66 Punkte verschiedener Flüsse.

Die Methodik der Beobachtungen ist in einer besonderen Instruktion zusammengefasst worden, und zwar in der Instruktion für die Temperaturmessung fliessender Gewässer (zum Gebrauche der Beobachter der Pegelstationen). Diese Instruktion stützt sich übrigens vor allem auf die Anleitungen des obenerwähnten Werkes von Forster und auch auf theoretische Erörterungen, da in jener Zeit der staatliche hydrographische Dienst in Polen noch keine eigene Erfahrungen besitzen konnte.

Die Messungen wurden mittels des gewöhnlichen Wasserthermometers durchgeföhr, in der Skala von -1° bis 25° resp. 30° , mit einer Einteilung des Grades auf $1/5$ resp. $1/10$. Der Thermometer hat eine Messinghülse und ist mit einem am unteren Teil der Hülse angebrachten, kleinen Behälter ausgestattet. Der Behälter hat die Aufgabe, die Quecksilbersäule in der Temperatur des gemessenen Wassers zu halten. Die Instruktion empfiehlt (gleichfalls in Übereinstimmung mit den Weisungen Forsters) folgende Beobachtungs-Stunden: bei täglich einmaligen Beobachtungen: 11^{h} ; bei täglich zweimaligen: 7^{h} und 13^{h} ; bei täglich dreimaligen: 7^{h} , 11^{h} und 13^{h} . Die Messungen sollen in der Strömung an einer beschatteten Stelle bewerkstelligt werden. Die Beobachtungen werden von den Beobachtern der Pegelstationen ausgeführt. Leider mangelt es dem in den hydrographischen Jahrbüchern publizierten Beobachtungsmaterial an ein-förmigem System, da die Beobachtungen zu verschiedener Zeit angestellt wurden.

*) Ein Versuch der synthetischen Behandlung dieser Beobachtungsergebnisse wurde vom Prof. Dr. St. Pawłowski in seiner Arbeit,, Die Temperatur flies-sender Gewässer Galiziens“ (Kraków, 1911) unternommen.

Analyse der bisherigen Methoden; Postulate für die Zukunft. Die mehrere Jahre nacheinander ohne Unterbrechung geführten Beobachtungen haben Material geliefert, welches—obwohl nicht umfangreich genug—dennoch bereits zu gewissen Hypothesen berechtigt und eine synthetische Bearbeitung verdient. Derartige Arbeiten tragen dazu bei, die Mängel der bisherigen Untersuchungen aufzudecken. Der Wert des Werkes Dr. Forsters ist wie auch der Arbeiten anderer Forscher sonach auch in dieser Hinsicht unbestreitbar. Diese Arbeiten, sowie die vom Verfasser unternommenen Versuche einer synthetischen Erfassung der im Laufe der letzten Jahre in Polen eingesammelten Beobachtungen und die Versuche der—wenn auch nur teilweise—Beantwortung der vorgenannten grundsätzlichen Fragen haben gewisse Zweifeln erweckt, welche die Beobachtungs-Ergebnisse mit einem Vorbehalt behandeln lassen. Es wurden sonach die Methoden, die Durchführungsart und die näheren Umstände der bisherigen Beobachtungen einer Analyse und einer eingehenden Revision unterworfen, was uns ermöglichte, festzustellen, welche Forderungen den Apparaten, den Beobachtern, den Methoden und der Ausführung der Beobachtungen in der Zukunft gestellt werden sollten. Ausserdem hatten die Analyse und die Revision zu einer allmählichen gründlichen Änderung der bisherigen Methode und zu einer Reorganisation des Beobachtungsverfahrens beigetragen, wovon später ausführlich die Rede sein wird.

Die Zeit der Beobachtungen: Der 24-stündige Mittelwert. Vor allem sollte man die Zweifel betreffs der Festsetzung der Beobachtungszeit, ferner der hiermit zusammenhängenden Berechnung der 24-stündigen Mittelwerte und schliesslich der Veränderlichkeit der Temperaturen von Stunde zu Stunde aufklären. Zu diesem Zweck wurden Kontrollmessungen und Beobachtungen gleichzeitig mit denen des Beobachters vorgenommen. Aus der beiliegenden Tabelle lassen sich einige Schlüsse ziehen, obgleich sie nur die Ergebnisse einiger Beobachtungstage enthält.

Ergebnisse der 24-stündigen Temperatur

Gewässer	Beobachtungsstation	Datum	Beobachtung											
			1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h
Bug	Wyszków	14.VIII.29.	19.5	19.4	19.2	19.1	19.3	19.6	20.1	20.4	20.8	21.6	21.9	22.2
		15.VIII.29.	20.2	19.8	19.7	19.6	19.6	19.8	20.3	20.6	21.3	21.9	22.9	22.5
		16.VIII.29.	21.2	20.9	20.6	20.4	20.3	20.3	20.5	21.0	21.7	22.1	22.5	22.9
Wisła	Warszawa	27.X.29.	9.5	9.5	9.5	9.4	9.2	9.2	9.1	9.2	9.2	9.2	9.2	9.3
Pina	Pińsk	28.XI.29	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4

Nach Förster entsprechen die Ergebnisse der um 11^h ausgeführten Beobachtungen resp. das arithmetische Mittel der zweimal täglich um 7^h und um 13^h ausgeführten Beobachtungen, oder das arithm. Mittel der dreimal täglich, um 7^h, um 11^h und um 13^h ausgeführten Beobachtungen, annähernd dem 24-stündigen Mittelwerte. Wie aus unserer Tabelle ersichtlich, weichen die wirklichen 24-stündigen Mittelwerte der Beobachtungen in der Sommerzeit in einigen Fällen verhältnismässig stark von den obenerwähnten Werten ab, indem sie fast 0·7 Grad erreichen. Noch stärker wird sich die Abweichung von dem vom Beobachter verzeichneten Werte gestalten, da wie oftmals festgestellt wurde, die Beobachtungen vom Beobachter infolge mannigfaltiger Ursachen, keineswegs aus Mangel an gutem Willen, oft nicht um eine und dieselbe vorgeschriebene Zeit bewerkstelligt werden. Aber auch dann, wenn der Beobachter gewissenhaft die wirkliche Zeit der Beobachtungen angibt, werden wir eine Anzahl von Beobachtungen erhalten, welche zu verschiedenen Tagesstunden durchgeführt wurden. Im gegebenen Falle z. B. hat der Beobachter, am 14., 15. und 16. August um 12^h die Ablesungen 22,8°, 23,2° und 23,0° verzeichnet, aber auch diese Ergebnisse weichen schon ziemlich stark von den unsrigen ab. Dies ist leicht verständlich, da unsere Beobachtungen eine relativ beträchtliche Veränderlichkeit von Stunde zu Stunde, besonders während der Sommerzeit, aufwiesen.

Die vom Beobachter in der einen oder anderen Richtung von der vorschriftsmässigen Beobachtungszeit gemachten Abweichungen tragen also dazu bei, dass die Ergebnisse der Beobachtungen der Wirklichkeit nicht entsprechen. Es könnte die Frage entstehen, ob eine grössere Genauigkeit der Untersuchungen der Wassertemperatur überhaupt nötig sei. Unserer Meinung nach, gibt es nur eine Antwort darauf; eine möglichst strenge Genauigkeit ist eine natürliche Forderung auf jedem Gebiet der Wissenschaft und des Studiums; sogar minimale Abweichungen haben in der Natur oft unermessliche Folgen nach sich gezogen. Auf

messungen, samt ihren Mittel- und Grenzwerten

s t u n d e n													aus sämtlichen Beobachtungen 7h+11h+15h	3	Mittelwert			Grösse der 24-stündigen Schwankungen
13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	7h+15h	2	aus den Grenzweiten	Beobachtung um 11h			
22.5	22.7	23.3	23.2	23.1	22.6	22.3	22.0	21.7	21.3	21.0	20.7	21.2	21.8	21.7	21.2	21.9	4.2	
22.8	23.2	23.4	23.3	23.1	22.9	22.6	22.4	22.2	21.9	21.7	21.5	21.6	22.0	21.9	21.5	22.2	3.8	
23.2	23.5	23.8	23.9	23.7	23.4	23.2	22.9	22.7	22.5	22.2	22.0	22.1	22.3	22.2	22.1	22.5	3.6	
9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.1	9.0	9.3	9.2	9.2	9.3	9.2	0.5	
2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.0	

Grund obiger Erörterungen kommen wir zu dem Schlusse, dass das bisherige Beobachtungs-System das Problem der Mittelwerte der Temperatur der Flüsse nicht zu lösen vermag; bis jetzt haben wir nur Temperaturbeobachtungen in diesen oder jenen Stunden gehabt. Unserer Meinung nach, stützen sich die Schlussfolgerungen Forsters gerade auf derartige Beobachtungen, und deshalb müssen sie in der Zukunft einer strengen Analyse unterzogen werden.

Die Vermutung scheint sehr begründet, dass der 24-stündige Mittelwert, in verschiedenen Jahreszeiten auch verschiedenen Stunden entsprechen wird. Darauf müsste die Aufmerksamkeit gelenkt und die diesbezüglichen Forschungen fortgesetzt werden, da—wie es unsere Tabelle zeigt—der Mittelwert der 24-stündigen Extreme sich dem wahren 24-stündigen Mittelwert mehr nähert, als die durch obenerwähnten Kombinationen erhaltenen Mittelwerte. Diese Erscheinung wird wahrscheinlich der Wirklichkeit entsprechen, da der 24-stündige Verlauf der Wassertemperatur keine plötzlichen Sprünge kennt—die Kurve des 24-stündigen Verlaufs der Wassertemperatur wird folglich eine symmetrische Kurve sein.

Selbstverständlich wird in der Periode der geringsten Temperaturschwankungen der Mittelwert der täglich zweimaligen oder dreimaligen Beobachtungen, oder sogar der Wert einer täglich einmaligen Beobachtung sich recht nahe den wahren Werten gestalten. Aus diesem Grunde sollten die Vorschriften für den Beobachter die Beobachtungsstunde sehr genau für die verschiedenen Jahreszeiten bezeichnen.

Maximum und Minimum. Die Mittelwerte selbst geben überhaupt keine Vorstellung von den charakteristischen Eigenheiten des untersuchten Elementes. Wie unsere Tabelle zeigt, nähert sich der wirkliche 24-stündige Mittelwert nur den Ergebnissen der in den Vormittags- bzw. Nachtstunden angestellten Beobachtungen, wogegen die Amplitude mehrere Grade erreicht.

Wenn der wirkliche Mittelwert durch die genaue, je zwei oder drei Stunden, streng in der vorgeschriebenen Zeit bewerkstelligten Beobachtungen sich in grober Annäherung feststellen lässt, so gab das bisherige Beobachtungssystem gar keine Lösung der Frage, wie sich das 24-stündige resp. das periodische Maximum und Minimum des gegebenen Flusses gestaltet. Dieses Problem kann selbstverständlich nur durch die Anwendung von selbstregistrierenden Apparate gelöst werden; solche Apparate, soweit hier bekannt, sind bisher bei der Erforschung der Flüsse noch nicht angewendet worden.

Apparate. Es wird beabsichtigt, im hydrographischen Dienste Polens derartige Apparate einzuführen und es besteht die Hoffnung, dass sie zur Lösung mancher bisher dunkler Probleme beitragen werden. Eine partielle Lösung einiger Probleme könnte durch die Einführung der Beobachtung der Temperaturextreme mit Maximal- und Minimal-Thermometern, erreicht werden, welche ebenfalls bei den Temperaturmessungen des Wassers in den Flüssen noch keine Anwendung gefunden haben. Die Einführung selbstregistrierender Apparate und der Maximal- und Minimal-Thermometer wird uns erlauben eine genaue Formel für 24-stündige Mittelwerte und für die Zeit der Beobachtungen sowie für die Veränderlichkeit

und Amplitude des 24-stündigen und periodischen Temperaturextreme festzustellen.

Selbstverständlich schliesst die Einführung der obenerwähnten Apparate keineswegs die parallele Anwendung der gewöhnlichen, bisher gebrauchten Wasserthermometer aus; die Frage der Vervollkommnung des gewöhnlichen Wasserthermometers und insbesondere seiner Hülse bleibt dennoch aktuell.

Die häufige Beschädigung des Thermometers, welche weniger der ungeschickten Handhabung seitens der Beobachter, als der mangelhaften Konstruktion der Schutzhülse zuzuschreiben ist, hat (nach vielen Versuchen und Experimenten) die Einführung einer die Glasröhre des Thermometers elastisch umfassenden Hülse veranlasst, welche den Apparat vor Beschädigung sogar beim Anstoßen oder Fallenlassen schützt. Es werden somit die mit dem Austausch beschädigten Apparate verbundenen Schwierigkeiten und Unterbrechungen der Untersuchungen vermieden. Ferner müssen—angesichts der bei den Messungen festgestellten Tatsache, dass an sehr heissen Tagen, bei starkem Sonnenschein, die Temperatur des Wassers sogar in fliessenden Gewässern an der Oberfläche zunimmt—die Schöpfgefäße ausschliesslich seitwärts mit Öffnungen versehen sein und nicht oben, wie es bei den aus dem Auslande bezogenen Apparaten oft der Fall ist; dies hat zum Zwecke, die Quecksilbersäule in der Temperatur des stetig strömenden Wassers zu erhalten und nicht in der Temperatur des bei dem Eintauchen des Thermometers an der Oberfläche des Flusses geschöpften Wassers. Ohne sich in den Details der Wahl des Thermometers zu verlieren, muss nur betont werden, dass die Wasserthermometer tadellos, aus reinem, weissem Jenaglass fertigt sein müssen, mit einem roten oder blauen Strich an der Rückseite (die grüne Farbe ist weniger geeignet). Der Maßstab muss im Glas geätzt und stark an die Quecksilberröhre befestigt sein. Bei jeder Gelegenheit soll der Nullpunkt verifiziert werden. Man vergesse nicht, dass von der richtigen Lage der Null die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messungen abhängt.

Selbstverständlich verlangen die Forschungen und Untersuchungen vom mehr speziellen Charakter wie z. B. in der Periode der Eisbildung und des Eisgangs, empfindlichere Apparate. Diese Frage gehört jedoch nicht in den Bereich unserer Erörterungen. Wir können hier nur betonen, dass es äusserst wichtig ist, die Beobachtungen in der Winterperiode ununterbrochen, wenn auch mit gewöhnlichen Apparaten, fortzusetzen, in Berücksichtigung des Umstandes, dass das Auftreten, das Bestehen oder das Verschwinden der Eisphänomene, die Dauer der Eisbedeckung und das Entstehen von Eisanschoppungen im Frühjahr—Erscheinungen, welche für die Wissenschaft und für die Praxis sehr wichtige, den Fluss kennzeichnende Probleme bilden und eine Funktion des Verlaufs der Wassertemperaturen in der Winterperiode darstellen—for den Flusslauf und sogar für das Klima des Landes charakteristisch sind.

Wahl der Messungs-Stelle. Die Wahl der Messungsstelle bedarf einer näheren Besprechung. Forster empfiehlt in seinem obenerwähnten Werke, die Messungen in der Strömung, an einer beschatteten Stelle vorzunehmen. Von irgend einer Anfechtung der Wahl der Stelle in der Strömung kann selbstverständlich keine Rede sein, bereits aus dem Grunde, dass in der Strömung die Hauptmasse des Wassers durchfliesst, folglich charakterisiert die Strömung am

besten die thermischen Eigenheiten des Flusses. Dagegen kann man mit der Empfehlung Forsters, eine beschattete Stelle zu wählen, schwerlich einverstanden sein. Schon die Gegenüberstellung der Begriffe der Strömung und der beschatteten Stelle ergibt einen Widerspruch, da die Strömung selten an beschatteten Stellen dahinfliest. Übrigens bleibt das Flusswasser überwiegendermassen unter ständigen Wirkung der Sonnenstrahlen; die beschatteten Stellen sind folglich für den Fluss nicht charakteristisch. Bei unseren Kontrollmessungen waren beschattete Stellen des Flusses nur in den frühesten Morgenstunden oder in den Abendstunden nahe dem Ufer zu finden; in der Strömung dagegen—nur an bewölkten Tagen. Die Unterschiede der Temperaturwerte, welche einerseits in der, seit einigen Stunden unter dem Einfluss der Insolation befindlichen Strömung und andererseits an beschatteten Stellen am Ufer, wo die Wassergeschwindigkeit meistens gering ist, gemessen wurden, betragen öfters bis 1 Grad.

Das Vermeiden der direkten Einwirkung und des Einflusses der Sonnenstrahlen auf den Apparat im Wasser während der Messung ist auch ohne Aufsuchen einer schattigen Stelle möglich, man braucht blos den Apparat entsprechend zu stellen oder auf irgend eine Weise die Stelle während der Messungsoperationen zu beschatten. Im Zusammenhang damit wurden Messungen auch in verschiedenen Punkten des Querprofils bewerkstelligt. Zwecks synchronistischer Beobachtung war es in diesen Fällen nötig, die Messungen mit 2 Apparaten durchzuführen, denn—wie gesagt—sind die zeitlichen Differenzen, besonders im Sommer, ziemlich beträchtlich. Infolge der technischen Schwierigkeiten und der geringen Zahl der Messungen, können wir vorläufig keine Schlüsse aus denselben ziehen. Die Untersuchungen müssen auch in dieser Richtung fortgesetzt werden und sich sowohl auf Profile von verschiedenen Breiten wie auch auf verschiedene Verhältnisse des Durchflusses erstrecken. Unsere Messungen haben Differenzen bis $1/2$ Grad in der Strömung und in der Flussmitte im Vergleich mit dem Uferwasser und mit dem seichten, stillstehenden Wasser aufgewiesen. Übrigens sind Untersuchungen in dieser Richtung höchst förderlich und interessant.

Mangels mehr empfindlicher und entsprechend ausgestatteter Apparate, konnten keine Messungen der Wassertemperatur-Schwankungen durchgeführt werden. Es ist übrigens allgemein anerkannt, dass in fliessenden Gewässern keine bedeutende Temperaturdifferenzen in vertikaler Richtung zu erwarten sind.

Was die Frage der Dichtigkeit des Netzes die die Wassertemperatur eines Flusses beobachtenden Stationen betrifft, so hat diese Frage nur eine geringe Bedeutung so weit es sich um Flüsse handelt, deren Lauf eine verhältnismässig geringe Länge aufweist. Von grosser Wichtigkeit dagegen ist die Dichtigkeit des Netzes für die grösseren, eine Anzahl von Zuflüssen aufnehmenden und orographisch verschiedenen Gebiete durchfliessenden Rezipienten.

Beobachter. Auch soll man die Wichtigkeit einer entsprechenden Vorbereitung und Auswahl des Messungspersonals nicht unterschätzen. Es werden weder die vollkommensten Apparate, noch die besten Vorschriften und Methoden der Messungen befriedigende Resultate liefern, wenn man der Gewissenhaftigkeit und der Zuverlässigkeit des Personals nicht sicher ist. Selbstverständlich werden in einzelnen Fällen selbstregistrierende Apparate die Aufgabe erleichtern, jedoch nicht alle Stationen können mit derartigen Apparaten ausgestattet werden. Übri-

gens verlangen solche Apparate auch eine höhere Intelligenz seitens des Beobachters. Bevor man also einen Beobachter anstellt, versichere man sich, dass die Beobachtungen wirklich in den vorschriftsmässigen Stunden bewerkstelligt sein werden. Es wird wahrscheinlich nötig sein, manche Beobachter mit Uhren zu versorgen. Ferner sollte man nicht vergessen, dass häufige Kontrollierung des Beobachters und der Arbeit der Apparate von unangenehmen Überraschungen und Zweifeln bei späterer Bearbeitung des Materials am besten schützt.

Veröffentlichung der Beobachtungen. Selbstverständlich ist die Veröffentlichung aller Beobachtungen äusserst erwünscht, um auf diesem Wege den weitesten wissenschaftlichen und technischen Kreisen die Ausnutzung des gesammelten Materials zu ermöglichen. Die Anhäufung des Materials in Archiven erschwert nicht nur dessen Ausnutzung, sondern oft auch das Aufdecken der Mängel und die Gewinnung wertvoller Informationen.

Falls aber aus technischen oder finanziellen Gründen eine Veröffentlichung des ganzen Materials nicht möglich ist, so entsteht die Frage, welche von den täglich mehrmals bewerkstelligten Beobachtungen sich am besten für die Publizierung eignen.

In Übereinstimmung mit den vorhergehenden Erörterungen über die grundlegenden Werte, sind wir der Ansicht, dass man in solchem Falle sich wohl auf der Veröffentlichung der 24-stündigen Mittelwerte bzw. der in diesen Stunden erzielten Ergebnisse wird beschränken müssen, welche auf Grund mehrjähriger, genauer Beobachtungen als die dem 24-stündigen Mittelwerte sich am meisten nähernde Werte festgestellt werden. Ausserdem sollten auch die periodischen Grenzwerte veröffentlicht werden.

In Anbetracht der hier angeführten Erörterungen sind folgende, die Richtung der weiteren Entwicklung der Methoden bestimmende Momente nachdrücklich zu betonen: die Einführung selbsttätiger Apparate und der Maximum-Minimum Thermometer; die Vervollkommenung und die häufige Kontrolle der Funktionierung der gewöhnlichen Thermometer; die Festsetzung und das pünktliche Einhalten der Beobachtungsstunden; die Wahl des Profils und der Messungsstelle und endlich die Wahl und die Vorbereitung eines geeigneten Personals.

Andere parallel bewerkstelligte Untersuchungen. Zum Schluss, sei bemerkt, dass es aus wissenschaftlichen, technischen und praktischen Rücksichten äusserst wichtig ist, außer den gewöhnlichen Beobachtungen dieser oder jener Elemente des Verhaltens (Régime) der Flüsse, auch die Ursache und die Abhängigkeit dieser Phänomene von den sie in der Natur begleitenden Elementen zu erforschen.

Die Temperatur des Wassers befindet sich in funktionaler Abhängigkeit von einer Reihe meteorologischer und hydrologischer Faktoren; demnach ist es wichtig, parallel zu den Beobachtungen der Wassertemperatur und an denselben Stellen, die Intensität der Insolation, die Lufttemperatur, die Bewölkung, die Niederschläge, die Winde, die Schwankungen des Wasserstandes, die Verdunstung u. s. w. zu untersuchen. Es entsteht nun die Frage, ob man nicht überhaupt danach streben soll, dass die Bewerkstelligung der Beobachtungen der Wassertemperatur nur in den speziell dazu eingerichteten meteorologisch - hydrographischen Stationen ge-

schähe. Vom Standpunkte der Erforschung physischer Eigenheiten der fliessenden Gewässer aus, wären solche Untersuchungen äusserst wertvoll. Wir werden jedoch nicht weiter auf diese Frage eingehen, in Berücksichtigung des Umstandes, dass derartige Untersuchungen eine weitere Entwickelungsstufe des Studiums der Wassertemperaturen bilden. Aktuell ist nun die Frage der Ausarbeitung und Festsetzung der Methoden der Bewerkstelligung der Untersuchungen der Wassertemperatur, zwecks Gewinnung zuverlässiger und erschöpfender Beobachtungen.

Anträge. Die obigen Erörterungen veranlassen uns, Folgendes zu beantragen:

Die III hydrologische Konferenz der baltischen Staaten:

1. empfiehlt den Mitgliedern der Konferenz, Untersuchungen der Temperatur fliessender Gewässer vorzunehmen, resp. die schon vorgenommenen zu erweitern;

2. fordert sie auf, die Ergebnisse ihrer Untersuchungen in offiziellen Schriften ihrer Länder zu veröffentlichen;

3. empfiehlt ihnen, auf einer der nächsten Konferenzen über die Ergebnisse der von ihnen in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Beitrag im Bereiche der Methodik angestellten Experimente zu berichten.

Was den letzteren Punkt anbelangt möge die Konferenz den Vorschlag in Erwagung ziehen, dass — ähnlich zu den bereits vorliegenden Sammelberichten über das Pegelwesen und über die Abflussmengenerhebung — einem von den Teilnehmern die Ausarbeitung eines allgemeinen Berichtes aufgetragen werde, welcher Bericht sich auf die Ergebnisse einer an sämtliche baltische Staaten gerichteten Rundfrage stützen und die am meisten empfehlungswürdigen Methoden und Mittel der Erhebung der Wassertemperatur der fliessenden Gewässer zum Gegenstand haben sollte.

Literaturverzeichnis.

1. Ulé W. Ergebnisse einjähriger Beobachtungen der Wassertemperatur in der Saale bei Halle. Meteorolog. Zeitschr., 1887.
2. Słowikowski J. Charakterystyka Wisły i o zjawiskach, towarzyszących zamrzaniu rzek. (Über die charakteristischen Eigenschaften der Weichsel und über die bei der Flussvereisung auftretenden Begleiterscheinungen). Pamiętnik Fizjograficzny, tom XII — Warszawa, 1892.
3. Forster A. Die Temperatur fliessender Gewässer Mitteleuropas. Penck's Geographische Abhandlungen, Bd. V. Wien, 1894.
4. В о й к о въ А. Температура внутреннихъ водъ (Die Temperatur der Binnengewässer). Метеоролог. Вѣстникъ, 1895.
5. С о в ъ т о въ С. Температура Невы (Die Temperatur des Newa-Flusses). Метеоролог. Вѣстникъ, 1897.
6. Kütschig E. Temperatur der Elbe bei Aussig. Meteorolog. Zeitschr., 1899.
7. Stolberg. Verhalten der Rheintemperatur in den Jahren 1895 — 1900. Meteorolog. Zeitschr., 1902.
8. Hann J. Temperatur der Lena bei Golowskaja. Meteorolog. Zeitschr., 1902.
9. Greim G. Die Temperatur und Abflussverhältnisse des Jambaches in Paznaun. Beiträge zur Geophysik, 1903.

10. Müller. Temperatur des Risswassers in Biberbach. Jahreshefte des Ver. für Vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1903.
11. Woeikow A. Bemerkungen über die Temperatur russischer Flüsse und Seen. Meteorolog. Zeitschr., 1904.
12. Kerner F. Messung der täglichen Temperaturbewegung in einem Küstenflusse des Karstes in Dalmatien. Meteorolog. Zeitschr., 1905.
13. Woeikow A. Temperatur des Dniepr und der Luft in Ekaterinoslaw. Meteorolog. Zeitschr., 1908.
14. Schmidt W. Über die Reflexion der Sonnenstrahlen an Wasserflächen. Sitzungsber. der Akad. der Wiss. in Wien, 1908.
15. Pawłowski S. Przyczynek do znajomości temperatur źródeł w porze zimowej. (Beitrag zur Kenntnis der Temperatur der Quellen im Winter). Sprawozdanie Komisji fizjograficznej Akademii Umiejętności, 1909.
16. Vorschriften für Wasserstandsbeobachtungen und Anleitung zur Beobachtung der Wassertemperatur. (Herausgeg. v. Hydrographischen Zentralbureau im K. K. Minist. f. öff. Arbeiten, Wien, 1909).
17. Pawłowski S. Die Temperatur fliessender Gewässer Galiziens. Bullet. de l'Academie des Sciences de Cracovie, 1911.
18. Instruktion för iakttagelser över vattenstand, is, flottning och vattentemperatur m. m samt insamling av vattenprov, utgiven av Hydrografiska Byrån. Stockholm, 1915.
19. Альтберг. В. К вопросу о переохлаждении воды и распределении температур в реке (Zur Frage der Überkühlung des Wassers sowie der Verteilung der Temperaturwerte im Flusse). Метеор. Вестник, XXXII, 1922.
20. Пенкевич М. Температурный режим р. Невы (Das Temperaturrégime des Newa-Flusses). Известия Госуд. Гидролог. Инст. № 8, 1924.
21. Müller J. Problematisches im Vereisungsbegonne der Binnenseen. Geografiska Annaler. Stockholm, 1926.
22. Матвеев В. Влияние инсоляции на суточный ход температуры воды под ледяным покровом. (Der Einfluss der Insolation auf den 24-stündigen Verlauf der Wassertemperatur unter der Eisdecke). Известия Госуд. Гидролог. Инст., №21, 1928.



BIBLIOTEKA
UNIWERSYTECKA
GDAŃSK

9 4 6 6 9 3

GRK