Die Temperaturverhältnisse in der Aare bei Bern

Autor(en): **Schmid, Emil**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern**

Band (Jahr): **16 (1897)**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-322327

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

VI.

Die Temperaturverhältnisse in der Aare bei Bern.

Auf Grund der Beobachtungen des eidg. hydrometrischen Bureaus dargestellt von *Emil Schmid* in Aarberg.

In neuerer Zeit ist die Aufmerksamkeit auf eine lange vernachlässigte Frage gelenkt worden, diejenige nach der Temperatur der Flüsse und ihrem Verhalten zur Lufttemperatur. *E. A. Forster* in Wien [1] und *H. B. Guppy* in Edinburg [2] haben in dieser Richtung sehr eingehende Untersuchungen angestellt.

Nach dem Verhalten der Flusstemperatur unterscheidet Forster in Mitteleuropa 4 Kategorien von Flüssen.

1. *Gletscherflüsse;* sie sind im Jahresmittel immer, und zwar meist um 1°, kälter als die Luft. Nur im Winter sind sie wärmer, im Sommer aber bedeutend kälter als die Luft.

2. *Seeabflüsse;* bei ihnen ist die Wassertemperatur von April bis Juli tiefer, in den übrigen Monaten aber und im Jahresmittel um cirka 2° höher als die Lufttemperatur.

3. *Quell- und Gebirgsflüsse;* ihre Temperatur liegt im Sommer wenig unter der Lufttemperatur, im Winter erheblich darüber. Im Jahresmittel ist sie beträchtlich höher.

4. *Flachlandsflüsse;* ihr Wasser ist das ganze Jahr hindurch wärmer, als die Luft, im Mittel um 1°.

Auch in der Aare bei Bern werden seit 1895 durch das eidgen. hydrometrische Bureau Beobachtungen der Wassertemperatur angestellt. Das gesamte in den Jahren 1895 bis 1897 gewonnene Mate-

---

[1] E. A. Forster: Die Temperatur fliessender Gewässer Mitteleuropas. Geographische Abhandlungen, herausgegeben von A. Penck. Bd. V, Heft 4. Wien 1894. 96 S. gr. 8°.

[2] H. B. Guppy: Proceedings R. Physical Soc. Edinburgh. Vol. XII, S. 286, und XIII, S. 33.

ial wurde mir vom Chef des hydrometr. Bureaus, Herrn Ingenieur *Epper*, bereitwilligst zur Benutzung überlassen, wofür ihm an dieser Stelle mein Dank ausgesprochen sei.

Die Temperatur- und Pegelbeobachtungen werden durch den Badaufseher Suter bei der Marziele-Brücke ausgeführt. Der Pegel befindet sich ausserhalb der Badanstalt. Wasserstand und Temperatur werden stets gleichzeitig beobachtet. Die Beobachtung der Temperatur geschieht derart, dass ein in Fünftel Grade eingeteiltes Thermometer von einem Boot aus etwa 3 dm tief ins Wasser versenkt wird. Nach 5—10 Minuten wird es etwas herausgezogen und abgelesen, bevor die Quecksilberkugel mit der Luft in Berührung kommt.

Die Beobachtungstermine wechseln etwas nach der Jahreszeit. Im Winter finden die Ablesungen um 7^h a m, $11^1/_2{}^h$ a m und 5^h p m, im Sommer um $5^1/_2{}^h$ a m, $11^1/_2$ a m und $5^1/_2{}^h$ p m statt. Nach Aussage des Beobachters werden diese Termine, so gut es geht, eingehalten, so dass wir im Folgenden die gefundenen Werte für jeden Monat als gleichzeitige behandeln und zu Mitteln vereinigen dürfen. Die Beobachtungen der Lufttemperatur am tellurischen Observatorium in Bern beziehen sich nicht genau auf die gleichen Stunden, sondern auf die üblichen Termine 7^h a m, 1^h p m und 9^h p m. Nichtdestoweniger konnten wir diese Beobachtungen, ohne einen nennenswerten Fehler zu begehen, zum Vergleich heranziehen.

Bei der Verarbeitung des Materials habe ich im wesentlichen den gleichen Weg eingeschlagen, den Forster für seine Arbeit betrat. Ich bildete zunächst für jeden Tag das Tagesmittel der Wassertemperatur, und zwar einfach, indem ich das arithmetische Mittel der drei Terminbeobachtungen nahm. Diese Mittel weichen allerdings etwas von den wahren Tagesmitteln ab, allein nach den Beobachtungen der Wassertemperatur in der Loire, die Forster S. 25 seiner Abhandlung diskutiert, jedenfalls nur um einen verschwindenden Betrag. In der Loire sind nämlich die aus den Berner Terminen gebildeten Tagesmittel in den Monaten Dezember bis März nur wenig zu tief, im Maximum um 0,04°, in den Monaten April bis November eine Kleinigkeit zu hoch, im Maximum um 0,01°. Allerdings ist, wie die Beobachtungen lehren, in der Aare die Amplitude der täglichen Periode grösser als in der Loire, so dass die Fehler für die Aare etwas grösser werden; trotzdem können wir sie ruhig vernachlässigen und unsere Mittel einfach als Tagesmittel behandeln. Das arithmetische Mittel der Tagesmittel ergab das Monatsmittel, das Mittel der Monatsmittel das Jahresmittel. Die Tagesmittel der Lufttemperatur entnahm ich direkt den Annalen der schweizerischen meteorol. Centralanstalt.

Wenden wir uns zunächst der täglichen Periode der Wassertemperatur in der Aare zu.

Forster konnte keine Beobachtungen von Seeabflüssen benutzen, die ihm über die tägliche Periode der Temperatur derselben Aufschluss gegeben hätten. Auch uns stehen leider keine stündlichen Beobachtungen zu Gebote, sondern nur 3 Terminbeobachtungen, so dass die Stunde des Eintritts der Extreme und die Amplitude der Periode nicht genau angegeben werden können. Immerhin zeigt sich, entsprechend den Resultaten von E. A. Forster für die Loire, dass die Morgenbeobachtung die niedrigste Temperatur ergibt, die Abendbeobachtung die höchste. Die Mittagsbeobachtung entspricht ungefähr dem Tagesmittel. Wie alle Seeabflüsse, muss auch die Aare in der täglichen Periode eine Verspätung des Maximums und des Minimums aufweisen. Die tägliche Periode der Oberflächen-Temperatur des Seewassers drückt sich eben auch dem Seeabfluss auf, der ja dem See stets nur Oberflächenwasser entnimmt. Das Temperaturmaximum, das an der Seeoberfläche in den späten Nachmittagsstunden eintritt, verspätet sich selbstverständlich immer mehr, je weiter der Seeabfluss das Wasser entführt. Das Wasser der Aare braucht, um den Weg vom Thunersee bis Bern zurückzulegen, etwa 3—4 Stunden, eine Zeit, die viel zu kurz ist, um die tägliche Periode wesentlich zu modifizieren.

Während die Lage der Extreme, so weit wir sie erkennen können nichts Besonderes aufweist, zeigt sich in dem Betrag der Amplitude ein durchgreifender Unterschied gegenüber den von Forster diskutierten Gewässern, die keine Seeabflüsse sind. Die Amplitude der täglichen Periode ist in der Aare nämlich merklich grösser, als in der Loire, Weser, Marne, im Zilligerbach und Neckar.

Die tägliche periodische Schwankung, d. h. die Differenz des Monatsmittels der Abendbeobachtung und des Monatsmittels der Morgenbeobachtung, beträgt (°C):

	Jan.	April	Juli	Okt.	Jahr
Loire	0.2	1.0	1.0	0.5	0.7
Weser	0 2	1.0	0.8	0.6	0.6
Marne	0.1	0.5	0.8	0.2	0.4
Zilligerbach	0.0	0.7	1.0	0.5	0.5
Neckar	0.2	0.9	1.1	0.5	0.8
Aare	0.6	2.0	1.5	0.8	1.2

Wir irren gewiss nicht, wenn wir diesen bedeutenden Betrag der periodischen Schwankung dem Charakter der Aare als Seeabfluss

uf Rechnung setzen.[1] Es dürften überhaupt alle Seeabflüsse sich urch eine besonders grosse tägliche Schwankung auszeichnen, weil as Oberflächenwasser der Seen, das die Seeabflüsse allein führen, tets eine grosse tägliche Periode der Temperatur besitzt. Flussbwärts dürfte die Schwankung in dem Mass abgeschwächt werden, ls Zuflüsse, die frei von Seewasser sind, hinzutreten. Beobachtungen ierüber fehlen noch.

Es scheint ferner, soweit man aus dreijährigen Beobachtungen chliessen darf, dass die tägliche Schwankung in den Monaten des *Frühlings* und *Frühsommers*, sowie zu Beginn des *Herbstes* am grössten ist.

Die jährliche Periode der Wassertemperatur ist in der Aare ehr deutlich ausgesprochen. Der kälteste Monat ist der Januar 3.3°), der wärmste der Juli (15.1°).[2] Die Differenz zwischen der Temperatur des kältesten und der des wärmsten Monats ist im dreiährigen Mittel 11,8°.

Die Jahresschwankung der Lufttemperatur ist weit grösser, im Mittel derselben drei Jahre 21.3°.

Das dreijährige Jahresmittel der Wassertemperatur beträgt 9.5°, lasjenige der Lufttemperatur dagegen 8.1°. Es ist also die Aare m Mittel um mehr als 1° wärmer, als die Luft. Das ist ein Effekt ler kalten Jahreszeit, wo vom Oktober bis zum März die Aaretemperatur die Lufttemperatur stets übertrifft, im Januar um volle 6.2°.

Im Sommerhalbjahr, vom April bis zum August, ist die Aaretemperatur dagegen tiefer, als die Lufttemperatur. Die Differenz erreicht ihren höchsten Betrag im Juli, wo die Luft um volle 3.3° wärmer ist als das Wasser. Im Frühjahr und Herbst sind die Differenzen gering. Mit diesem Verhalten schliesst sich die Aare ganz len von E. A. Forster untersuchten Seeabflüssen an.

Ausserdem habe ich die *interdiurne Veränderlichkeit* der Wasser und der Lufttemperatur berechnet. Es geschah dies derart, dass ich lurch Differenzenbildung bestimmte, um wie viel sich die Tagestemperatur von einem Tage zum nächsten änderte. Das Mittel aus den o erhaltenen Differenzen, gebildet ohne Rücksicht auf die Vorzeichen,

---

[1] Auch die Tiefe eines Flusses beeinflusst die Amplitude wesentlich, wie H. B. Guppy zeigt (Proceedings R. Physical Soc. Edinburgh vol. XII, S. 303). Doch ist dies erst bei sehr kleinen Tiefen von wenigen Zollen ler Fall.

[2] Nur das Jahr 1895 macht eine Ausnahme, wo infolge ganz ungewöhnicher Witterung das Maximum auf den September fällt (17.7°).

ergab die interdiurne Veränderlichkeit, d. h. den Betrag, um den durchschnittlich von einem Tag zum andern die Tagestemperatur sich ändert. Ich zählte ferner die positiven Aenderungen der Tagestemperatur von einem Tag zum andern (Erwärmungen) und die negativen Aenderungen (Abkühlungen) und bestimmte die mittlere Grösse beider Elemente, ganz wie das Forster für eine Reihe von Flüssen ausgeführt hat.

Es zeigt sich, dass die Veränderlichkeit nicht das ganze Jahr hindurch sich gleich bleibt. Wir finden im Mai und Juli ein Maximum, ähnlich wie es nach E. A. Forster die Rhone bei Genf hat. Das Minimum fällt in die Wintermonate, wo die Veränderlichkeit ziemlich konstant 0.5° beträgt.

Interessant ist ein Vergleich der Veränderlichkeit der Wassertemperatur mit der der Lufttemperatur. Die letztere ist stets viel grösser. Im Mai z. B.: 2° gegen 0.9°, im Juli 1.5° gegen 0.9°, und im Winter 1.4°—1.6°[1] gegen 0.5°. Das Jahresmittel der Veränderlichkeit der Aaretemperatur beträgt 0.6°, das der Lufttemperatur 1.6°.

Noch schärfer zeigt sich die grössere Veränderlichkeit der Lufttemperatur, wenn wir auf einzelne starke Veränderungen eingehen. Es kommen bei der Luft Aenderungen der Temperatur vor von 8° und mehr von einem Tag zum andern; beim Wasser treffen wir niemals eine annähernd so grosse Schwankung. Die grösste Temperaturzunahme in 24 Stunden beträgt innerhalb der drei Jahre 2.8° C (19./20. Juli 1897), die grösste Temperaturabnahme 3.2° C (6./7. Aug. 1896.)

Endlich habe ich auch die Häufigkeit des Eintretens der Abkühlungen und der Erwärmungen für die Aare und für die Luft in Bern untersucht. Während die Wassertemperatur ebenso häufig von einem Tag zum andern steigt wie die Lufttemperatur, sind die Abkühlungen bei ihr weit seltener (452 Mal in drei Jahren gegen 512 Mal). Es zeigt also die Wassertemperatur besonders gegen Abkühlungen ein grösseres Beharrungsvermögen.

---

[1] Vom abnormen Januar 1895 abgesehen.

Temperatur der Aare bei Bern und deren Beziehung zur Lufttemperatur.

	Wasserstand[1]	Aaretemperatur ° C.					Luft-temp.	Differenz	Veränderlichkeit der		Wasser				Luft				Erwärmungen in % der Abkühlungen	
		Morgen	Mittag	Abend	Schwank.	Mittel	Mittel	W-L	Wasser-temp.	Luft-temp.	Erwärmungen Zahl	Erwärmungen Betrag[4]	Abkühlungen Zahl	Abkühlungen Betrag[4]	Erwärmungen Zahl	Erwärmungen Betrag[4]	Abkühlungen Zahl	Abkühlungen Betrag[4]	Wasser	Luft
Januar . . .	5.56	2.9°	3.4°	3.5°	0.6°	3.3°	—2.9°	6.2°	0.5	1.9	37	0.52°	41	0.62°	39	1.54°	48	1.93°	90	81
Februar . .	5.55	3.2°	3.9°	4.3°	1.1°	3.8°	—2.3°	5.1°	0.5	1.6	54	0.43°	29	0.59°	51	1.59°	33	1.68°	186	155
März . . .	5.62	4.7°	5.7°	6.5°	1.8°	5.6°	5.2°	0.4°	0.5	1.5	45	0.49°	41	0.48°	47	1.47°	40	1.47°	109	117
April . . .	5.74	6.5°	7.9°	8.5°	2.0°	7.6°	8.0°	—0.4°	0.6	1.7	49	0.59°	34	0.58°	51	1.67°	39	1.73°	144	131
Mai	6.02	9.2°	10.3°	10.9°	1.8°	10.1°	11.7°	—1.6°	0.9	2.0	57	0.80°	35	0.99°	54	1.59°	39	1.78°	163	139
Juni	6.37	12.7°	13.7°	14.1°	1.4°	13.6°	16.0°	—2.4°	0.8	1.6	52	0.71°	32	0.93°	50	1.56°	40	1.66°	162	125
Juli	6.31	14.2°	15.4°	15.7°	1.5°	15.1°	18.4°	—3.3°	0.9	1.5	48	0.88°	39	1.01°	42	1.49°	48	1.57°	123	87
August . .	6.28	13.9°	14.9°	15.5°	1.6°	14.9°	16.6°	—1.7°	0.7	1.5	55	0.59°	34	0.89°	47	1.50°	45	1.46°	162	104
September .	5.95	14.1°	15.2°	15.6°	1.5°	14.9°	14.3°	0.6°	0.6	1.2	42	0.54°	37	0.81°	43	1.04°	42	1.41°	114	102
Oktober . .	5.64	10.4°	11.3°	11.2°	0.8°	11.0°	7.6°	3.4°	0.6	1.5	38	0.47°	46	0.68°	42	1.25°	51	1.59°	83	82
November .	5.62	7.9°	8.3°	8.4°	0.6°	8.2°	3.9°	4.3°	0.6	1.6	41	0.46°	40	0.65°	45	1.48°	43	1.73°	102	105
Dezember .	5.56	5.1°	5.6°	5.7°	0.6°	5.5°	0.7°	4.8°	0.5	1.4	43	0.50°	44	0.57°	49	1.48°	44	1.47°	98	111
Jahr . . .	5.85	8.7°	9.6°	10.0°	1.3°	9.5°	8.1°	1.4°	0.6	1.6	561[3]	0.59°	452[3]	0.73°	560[3]	1.50°	512[3]	1.62°	124	109
Amplitude[2] .	0.82	11.3°	12.0°	12.2°	1.4°	11.8°	21.3°													
Mittlere	6.80	18.1°	18.7°	19.2°																
Jahresextr.	5.24	0.9°	1.4°	1.8°																
Absolute	6.87	20.6°	21.4°	22.2°																
Jahresextr.	5.20	0.0°	0.0°	1.0°																

[1] In Metern am Pegel abgelesen. [2] Jahresamplitude. [3] Summe in 3 Jahren. [4] Mittlerer Betrag einer Abkühlung oder Erwärmung.