

dere zwar zum Theil verschüttet sind, aber doch den Luftzug wohl befördern, und dafs in den unteren Abtheilungen viele Grubenschächte vorhanden sind, von denen sich in Bochnia nur eine kleine Anzahl befindet.

VIII. *Ueber die Zeiten des Aufthauens und Zufrierens einiger nordischen Gewässer;*
von G. G. Hällström.

Veranlaßt durch die früher in diesen Annalen mitgetheilte Tafel über das Auf- und Zugehen der Newa ¹⁾ hat der seitdem der Wissenschaft durch den Tod entrissene Prof. Hällström zu Helsingfors diesem Gegenstand seine Aufmerksamkeit zugewendet, und in drei verschiedenen Aufsätzen mehr bis dahin nicht allgemein bekannte Beobachtungsreihen über die Zeiten des Aufthauens und Zufrierens nordischer Gewässer, begleitet mit daran geknüpften Rechnungen, veröffentlicht ²⁾.

Da die Beobachtungen, namentlich in einer Zusammenstellung, mehrseitiges Interesse darbieten, so haben wir sie hier sämmtlich in zwei Tafeln vereint, von denen die eine die Zeiten des Aufthauens, die andere die des Zufrierens enthält. Der Beobachtungsorte sind im Gan-

1) Annalen, Bd. 43, S. 426, erweitert, und in anderer Form auch in Bd. 52, S. 638. P.

2) *Specimina mutati currente saeculo temporis, quo glacies fluminum annuae dissolutae sunt* (1839 — *Acta Societatis scientiarum fennicae*, T. I, p. 129); — *De tempore regelationis et congelationis aquarum fluminis Kyro* (1841 — *Ibid.* p. 387); — *Calculus observationum, quibus tempora regelationis et congelationis aquarum fluminis Dwinae determinantur* (1841 — *Bullet. scientifiq. de l'acad. de St. Petersb. T. VIII*, p. 289).

zen sieben; einer in Schweden (Westerås (Arosia) am Mälarsee), vier in Finnland (Borgo, Åbo, Storkyro und Wöro), und zwei in Rußland (St. Petersburg und Archangel), welche sich über einen Raum von $59^{\circ} 37'$ bis $64^{\circ} 32'$ N. in Breite und von $14^{\circ} 12'$ bis $38^{\circ} 13'$ Ost von Paris in Länge erstrecken.

Der besseren Uebersicht, und namentlich des leichteren Vergleiches wegen, sind die Zeiten des Aufgehens sämmtlich als *Apriltage*, und die des Zugehens sämmtlich als *Novembertage* ausgedrückt. Demgemäfs ist z. B. der 31. März als — 1. Apr., der 1. Mai als + 31. Apr., der 1. Juni als + 62. Apr. genommen; eben so der 31. Oct. als — 1. Nov. und der 1. Dec. als + 31. Nov. Einer weiteren Erläuterung werden die Tafeln nicht bedürfen.

I. Zeiten des Aufthauens.

(*Apriltage nach neuem Kalender.*)

Jahr.	Mälarsee bei Westerås 59° 37' N. 14° 12' O. P.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N. 27° 58' O. P.	Flufs bei Borgo 60° 24' N. 23° 24' O. P.	Aurajoki- Flufs b. Åbo. 60° 27' N. 19° 57' O. P.	Kyro-Flufs bei Storkyro 63° N. 19° 48' O. P.	Flufs bei Wöro 63° 9' N. 19° 40' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N. 38° 13' O. P.
1712	28						
13	20						
14	23						
15	9						
16	20						
17	37						
18	21						
19	8	30					
1720	11	22					
21	29	21					
22	24	27					
23	— 3	2					
24	+ 22	16					
25	— 2	23					
26	+ 12	17					
27	17	25					
28	13	7					
29	21	17					
1730	18	23					

Jahr.	Mälarsee bei Västerås 59° 37' N. 14° 12' O. P.	Neva bei St. Petersburg 59° 57' N. 27° 58' O. P.	Flufs bei Borgo 60° 24' N. 23° 24' O. P.	Aurajoki- Flufs b. Åbo. 60° 27' N. 19° 57' O. P.	Kyro-Flufs bei Storkyro 63° N. 19° 48' O. P.	Flufs bei Värö 63° 9' N. 19° 40' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N. 38° 13' O. P.
1731	19	35					
32	24	15					
33	— 9	25					
34	+13	26					42
35	7	6					47
36	21	23					45
37	25	22					50
38	8	22					44
39	29	37			44!		49
1740	40	35		38!	39		49
41	27	30		30			40
42	30	37		31	33		42
43	10	10		24			40
44	27	16		13	20		38
45	38	21		22	30		40
46	40	25		24	31		54
47	35	36		26	31		56
48	36	25		28	28		53
49	39	35		31	36		52
1750	— 18	5		— 6	2!		22
51	+20	6		+11	14		31
52	24	17		17	17		36
53	17	17		12	18		34
54	33	18		17	21		25
55	19	14		15	14		40
56	17	13		16	34		36
57	18	8		11	14		25
58	35	20		22	26		50
59	7	20		25	26		46
1760	33	32		31	32		55
61	15	15		12	14		42
62	26	13		17	24		43
63	37	34		30	38		23
64	14	12		7	20		21
65	30	9		10	24		38
66	26	19			20		51
67	37	12			37		49
68	32	26		25	31		50
69	15	17		15	20		52
1770	27	17			25		20
71	26	30	33	32	35		24
72	23	18	22	15	26		36
73	13	16	14	12	12		30
74	26	21	21	17	25		34
75	23	22	27	26	29		48
76	30	25	26	24	34		47
77	27	30	31	25	29		42

Jahr.	Mälarsee bei Westerås 59° 37' N. 14° 12' O. P.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N. 27° 58' O. P.	Fluß bei Borgo 60° 24' N. 23° 24' O. P.	Aurajoki- Fluß bei Åbo 60° 27' N. 19° 57' O. P.	Kyro-Fluß bei Storkyro 63° N. 19° 48' O. P.	Fluß bei VVöro 63° 9' N. 19° 40' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N. 38° 13' O. P.
1778	25	19	18	20	23		34
79	- 15	11	4	- 5	3		40
1780	+ 39	21	32		41		38
81	25	25	21		26		46
82	31	18	22		20		51
83	28	25	20		19		43
84	47!	25	27	+ 19	28		41
85	40	33	34	25	27		49
86	44	22	23		23		44
87	19	24	19		31		41
88	41	20	24		23		39
89	43	30	30		30		46
1790	- 12	32	27		30		54
91	+ 12	21	18		24		45
92	25	11	9		9		46
93	31	20	24		27		39
94		11	9		15		49
95		20	20		26		42
96		22	27		28		45
97		15	15		16		53
98		19	19		25		41
99		19	25		24		38
1800		24	23	21	23	20	53
01		17	17	12	23	14	43
02		5	5	5	22	7	33
03		10	10	6	10	6!	36
04		26	28	26	29	26	45
05		21	21	12	26	15	52
06		26	32	25	33	24	36
07		40	36	30	37	29	48
08		25	34	25	38	36	40
09		28	32	27	37	35	42
1810		42!	39!	28	41	43!	57
11		24	28	18		29	41
12		27	35	31	35	28	48
13		12	17	8	12	8	35
14		18	18	14		9	68
15		24	24	12	31	20	53
16		23	25	19	27	22	45
17		23	29	22	5	32	43
18		29	38	28	41	40	49
19		21	28	16	31	29	57
1820		17	23	16		19	36
21		26	25	20	25	19	42
22	- 14		- 12	- 25		15	26
23	+ 8		+ 28	+ 22		30	44
24		15	20	10	24	11	51

Jahr.	Mälarsee bei Vesterås 59° 37' N. 14° 12' O. P.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N. 27° 58' O. P.	Fluß bei Borgo 60° 24' N. 23° 24' O. P.	Aurajoki- Fluß bei Åbo 60° 27' N. 19° 57' O. P.	Kyro-Fluß bei Storkyro 63° N. 19° 48' O. P.	Fluß bei VVöro 63° 9' N. 19° 40' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N. 38° 13' O. P.
1825		18	26	16	26		49
26		4	21	10			40
27		13	13	11	14		27
28		23	23	18			39
29		33	34	30	32		44
1830		20	25	21	25		50
31		16	18	16	22		42
32		16	10		11		41
33		25	25	18	27		45
34		12	18	6	17		45
35		28	27	11	30		39
36		3	9	8	15		20
37			24	18	23		48
38		27 1)	25	24	29		38
39		31	35	32	34		44
1840		22			19		

II. Zeiten des Zufrierens.

(Novembertage nach neuem Kalender)

Jahr.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N. 27° 58' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N. 38° 10' O. P.	Kyro-Fluß bei Storkyro 63° N. 19° 48' O. P.	Jahr.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N. 27° 58' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N. 38° 10' O. P.	Kyro-Fluß bei Storkyro 63° N. 19° 48' O. P.
1718	22			1736	18	+ 7	
19	41			37	20	- 4	
1720	18			38	20	+ 18	
21	31			39	3	- 6	
22	39			1740	25	- 13	
23	27			41	25	+ 9	
24	28			42	32	+ 9	
25	39			43	31	- 3	
26	35			44	27	- 4	
27	41			45	7	- 5	
28	27			46	19	+ 2	
29	41			47	19	+ 7	
1730	20			48	14	+ 8	
31	30			49	31	- 10	
32	38			1750	2	- 2	
33	34			51	18	+ 4	
34	12	- 2		52	27	+ 4	
35	17	- 9		53	37	+ 1	

1) Die Angaben für die drei letzten Jahre sind aus der Tafel von Kupffer (Annal., Bd. 52, S. 638) genommen.

Jahr.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N, 27° 58' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N, 38° 13' O. P.	Kyro-Fluß bei Storkyro 63° N, 19° 48' O. P.	Jahr.	Newa bei St. Petersburg 59° 57' N, 27° 58' O. P.	Dwina bei Archangel 64° 32' N, 38° 13' O. P.	Kyro-Fluß bei Storkyro 63° N, 19° 48' O. P.
1754	27	+13		1798	25	-13	
55	35	+13		99	34	+1	
56	23	-12		1800	23	11	
57	31	-11		01	50	7	
58	15	-11		02	8	4	
59	20	-2		03	17	1	
1760	29	-16		04	8	1	
61	26	-4		05	-3	-10	
62	31	-10		06	+10	-6	
63	19	-8		07	36	-3	
64	35	+16		08	29	+12	
65	35	19		09	14	4	
66	34	22		1810	15	-10	
67	34	24		11	-1	-11	
68	42	-4		12	+10	+5	
69	-1	-12		13	4	27	
1770	+22	+19		14	38	24	
71	23	19		15	32	5	
72	53	38		16	20	-2	
73	19	10		17	21	12	
74	7	4		18	27	+1	
75	10	10		19	8	-2	
76	12	8		1820	14	+13	
77	26	-11		21	35	9	
78	13	-14		22	51	3	
79	32	+12		23	19	9	
1780	21	13		24	48	4	
81	22	25		25	33	-6	
82	22	15		26	55	-7	
83	17	7		27	46	-13	
84	35	21		28	18	+10	
85	38	4		29	16	1	
86	5	-4		1830	31	26	
87	25	+12		31	27	9	+17
88	26	-10		32	13	10	21
89	25	+19		33	32	20	27
1790	25	8		34	17	8	1
91	36	-4		35	12	2	13
92	22	-4		36		21	20
93	31	+8		37	40 ¹⁾	20	16
94	45	16		38	21	17	17
95	41	-12		39	11	6	15
96	25	+9		1840			12
97	22	3					

1) Die Angaben für die letzten Jahre sind aus der erwähnten Tafel von Kupffer genommen.

Prof. Hällström hat sich die Mühe gegeben, die vorstehenden Beobachtungen (mit Ausnahme der von Wöro in der ersten, und der von Storkyro in der zweiten Tafel) nach der Methode der kleinsten Quadrate zu berechnen, um die säcularen Aenderungen in dem Phänomen des Aufthauens und Zufrierens der Gewässer aufzufinden. Obgleich die Anwendbarkeit der strengen Rechnung auf ein so vielen Zufälligkeiten unterworfenes und in manchen Jahren so schwer einer genauen Feststellung fähiges Phänomen sich einigermaßen bezweifeln läßt ¹⁾, so können wir uns doch nicht versagen hier wenigstens die Gleichungen mitzutheilen, durch welche der Verfasser den Tag x des Phänomens in Function der Jahreszahl z ausdrückt.

Den Anfang der Rechnung auf das Jahr 1840 verlegend, findet er:

1) Zeit des Aufthauens.

Für Westerås	$x=34,52+0,1376(z-1840)$	April
- St. Petersburg	$x=20,95+0,0222(z-1840)$	-
- Borgo	$x=22,95+0,0028(z-1840)$	-
- Åbo	$x=17,25-0,0334(z-1840)$	-
- Storkyro	$x=24,68-0,0103(z-1840)$	-
Archangel	$x=13,2+0,0166(z-1840)$	Mai

2) Zeit des Zufrierens.

Für St. Petersburg	$x=26,5-0,021(z-1717)$	November
Archangel	$x=7,6+0,0575(z-1840)$	-

Durch diese Rechnung ist der Verf. unter anderem zu dem Resultat gelangt, dafs das Klima sich für *Archangel* ein wenig gebessert, und für *Petersburg* ein wenig verschlechtert hat. Er findet nämlich:

Ar-

1) Man vergleiche nur unter anderen die Bemerkungen zu der Tafel von Kupffer (Annalen, Bd. 52, S. 638).

	Mittlere Zeit des		Also Länge des Sommers.
	Aufthauens.	Zufrierens.	
Archangel i. J. 1740	11,6 Mai	1,9 Nov.	174 Tage
- - i. J. 1840	13,2 -	7,6 -	178 -
St. Petersburg i. J. 1740	18,7 April	26 Nov.	221 Tage
- - - i. J. 1840	21 -	24 -	217 -
Storkyro i. J. 1840	24 April	15. Nov.	205 Tage

Ferner findet er in der Zeit des Aufthauens:
für *Borgo* keine secularé Abänderung,
- *Åbo* eine secularé Verbesserung von $3,34 \pm 0,27$ Tagen,
- *Westerås* eine secul. Verspätung v. $13,76 \pm 0,45$ Tagen.

Letzteres Resultat stimmt, wie er sagt, mit dem von Ehrenhein (*Tal om Climatedernas rörlighet, Stockh. 1824, p. 87*), der diese Verspätung im Jahrhundert auf 15 Tage anschlägt.

Rein den vorstehenden Beobachtungen nach erfolgte das:

	Aufthauen		Zufrieren	
	am frühesten.	am spätesten.	am frühesten.	am spätesten.
Westerås	14 März 1750	17 Mai 1784		
Borgo	18 März 1822	9 Mai 1810		
Åbo	7 März 1822	8 Mai 1740		
Storkyro	2 Apr. 1750	14 Mai 1739		
Wöro	6 Apr. 1803	13 Mai 1810		
St. Petersburg	18 März 1822	12 Mai 1810	28 Oct. 1805	25 Dec. 1826
Archangel	20 Apr. 1770, 1836	7 Juni 1814	16 Oct. 1760	8 Dec. 1772

IX. *Erwiderung auf Hrn. Fischer's Replik.*

Al-
Aller Polemik abhold und Hrn. F. versichernd, daß ich künftighin nie wieder eine Sylbe gegen ihn schreiben werde, und mir es wirklich leid thut, dieß auch nur ein Mal gethan zu haben, will ich den zwischen uns geführten Streit nicht länger fortsetzen, mir aber wohl noch