

# Astronomische Mittheilungen

von

**Dr. Rudolf Wolf.**

LVIII. Dritte Mittheilung über eine neue Reihe von Würfelversuchen; Zusätze zu den Studien über die Sonnenfleckenperiode, und neuer Beitrag zu der Lehre von der Erfahrungswahrscheinlichkeit; Mittheilung von Herrn A. Wolfer über den rothen Fleck auf Jupiter; Fortsetzung des Verzeichniss der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher-Sternwarte.

Die dritte Mittheilung über meine neuen Würfelversuche beginne ich damit, dass ich in Tab. XXIV zunächst angebe, wie oft jeder der mit zwei Würfeln möglichen 36 Würfe theils in jeden 10 Versuchen oder 1000 Würfeln, theils in allen 200 Versuchen oder 20000 Würfeln erschienen ist, — wobei ich die 36 Würfe, bei welchen die zwei Würfel unterschieden wurden, als getrennte Doppelwürfe bezeichne, während ich in denjenigen Fällen, wo ich den 6 paaren Würfeln nur 15 unpaare gegenüberstelle, d. h. ohne Rücksicht auf die Würfel, die Würfe 1.2 und 2.1, 1.3 und 3.1, etc., identificire, die Bezeichnung vereinigte Doppelwürfe anwenden werde. — Die 720 erstern dieser Werthe variiren zwischen 11 und 52, und zwar correspondiren, wenn  $m$  irgend einen derselben bezeichnet und  $n$  angibt wie oft derselbe erscheint:

$m$	$n$	$m$	$n$	$m$	$n$	$m$	$n$	$m$	$n$	$m$	$n$	$m$	$n$	$m$	$n$
11	1	16	7	21	18	26	46	31	32	36	18	41	6	46	1
12	1	17	12	22	32	27	50	32	40	37	9	42	8	47	0
13	2	18	12	23	35	28	51	33	27	38	13	43	5	48	0
14	4	19	21	24	42	29	45	34	21	39	11	44	1	49	0
15	12	20	21	25	44	30	35	35	26	40	8	45	2	52	1
20		73			171		227		146		59		22		2

Tab. XXIV. Anzahl der getrennten Doppelwürfe.

weiss	1						2						3					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1-10	21	23	13	25	29	28	32	28	24	34	26	36	29	30	14	19	33	24
11-20	23	32	26	20	27	38	25	29	25	21	23	42	29	25	17	16	29	39
21-30	27	32	26	26	27	27	29	24	25	26	26	23	25	24	19	18	25	25
31-40	27	24	29	14	25	28	34	32	28	23	29	28	20	27	28	28	29	35
41-50	20	39	26	22	26	27	23	33	24	23	32	33	32	23	25	25	19	29
51-60	22	32	20	26	39	38	24	27	22	24	35	26	29	27	31	23	24	27
61-70	34	33	25	28	32	28	29	28	27	31	39	29	22	15	27	16	16	19
71-80	34	27	28	27	23	25	36	35	22	27	32	28	24	30	22	14	28	22
81-90	31	29	27	26	29	15	23	43	18	23	27	29	33	24	31	29	20	18
91-00	26	30	17	24	30	34	23	33	31	21	35	32	24	17	26	29	30	22
101-10	33	29	26	19	24	26	28	32	26	25	31	26	32	20	28	18	25	28
111-20	35	31	36	20	27	25	30	31	32	31	26	40	17	19	23	23	21	23
121-30	29	42	28	27	24	29	29	30	30	23	24	34	20	31	24	21	25	24
131-40	24	36	24	17	41	35	30	27	24	19	27	24	25	29	35	22	20	35
141-50	26	28	26	22	22	33	27	42	22	38	27	29	12	27	19	15	19	19
151-60	28	25	27	15	25	27	27	28	35	19	32	27	27	28	15	24	27	21
161-70	30	30	21	35	21	25	28	42	35	22	16	28	24	22	17	18	24	25
171-80	19	31	29	20	25	28	36	45	33	26	33	32	19	19	18	16	26	32
181-90	24	30	33	18	24	22	37	36	33	32	25	26	27	26	26	17	26	24
191-00	34	26	27	31	31	25	37	30	24	19	17	26	30	24	23	23	33	28
Summe	547	609	514	462	551	563	587	655	540	507	562	598	500	497	468	414	499	519
	roth, beobachtet						Summe	roth, berechnet										
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6					
weiss	1	547	609	514	462	551	563	3246	553	589	515	473	560	555				
	2	587	655	540	507	562	598	3449	588	626	548	503	595	590				
	3	500	497	468	414	499	519	2897	494	526	460	422	499	496				
	4	462	535	438	413	506	487	2841	484	516	451	414	490	486				
	5	621	651	587	509	658	609	3635	619	660	577	530	627	622				
	6	690	684	629	611	672	646	3932	670	714	624	573	678	673				
Mittlere Abweichung vom Mittel								Mittl. Diff. zwischen Beob. u. Rechnung										
±	76,6	83,6	70,7	97,6	70,3	56,1	±	12,7	23,0	8,4	18,7	20,1	16,1					

Gesamtmittel ± 76,9

Gesamtmittel ± 17,4

Anzahl der getrennten Doppelwürfe. Tab. XXIV.

4						5						6						weiss roth
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
23	25	26	20	22	30	42	28	27	33	41	31	30	29	29	34	31	31	1-10
25	27	11	23	27	30	29	32	24	38	34	27	28	35	29	29	32	34	11-20
16	28	25	20	21	20	39	31	25	25	34	38	36	40	36	44	22	46	21-30
23	24	31	17	28	28	24	36	25	18	33	25	41	25	39	26	34	35	31-40
20	15	20	22	25	31	32	24	35	21	40	29	42	41	28	28	35	31	41-50
20	27	21	23	17	24	32	32	34	23	33	29	33	30	28	33	35	30	51-60
25	25	18	21	29	24	30	39	32	22	39	30	31	36	27	27	36	31	61-70
14	27	21	22	18	20	28	27	22	33	33	45	38	37	26	32	41	32	71-80
31	25	23	29	37	21	38	32	20	29	32	28	32	32	23	23	41	29	81-90
29	26	22	28	23	28	28	22	30	22	36	43	34	34	35	25	17	34	91-00
19	26	23	27	28	26	32	33	30	24	36	26	30	37	25	34	38	30	101-10
25	23	29	22	22	24	26	30	42	21	23	23	34	30	32	35	35	34	111-20
29	33	15	15	21	19	33	28	27	28	33	26	27	35	37	34	36	30	121-30
28	30	19	17	22	19	30	34	25	24	36	26	28	39	31	31	42	25	131-40
22	32	32	26	35	30	32	33	31	23	28	30	36	22	38	35	25	37	141-50
30	26	26	13	32	24	26	43	31	19	43	31	35	43	31	29	35	26	151-60
20	32	15	15	18	20	31	38	36	29	28	28	52	33	32	23	40	37	161-70
15	27	21	15	29	20	31	40	28	23	28	33	40	29	38	37	35	24	171-80
27	28	22	16	28	27	26	30	32	26	29	35	36	38	27	25	22	40	181-90
21	29	18	22	24	22	32	39	31	28	19	26	27	39	38	27	40	30	191-00
462	535	438	413	506	487	621	651	587	509	658	609	690	684	639	611	672	646	Summe
	weiss, beobachtet						Summe	weiss, berechnet										
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6					
roth	1	547	587	500	462	621	690	3407	553	588	494	484	619	670				
	2	609	655	497	535	651	684	3631	589	626	526	516	660	714				
	3	514	540	468	438	587	629	3176	515	548	460	451	577	624				
	4	462	507	414	413	509	611	2916	473	503	422	414	530	573				
	5	551	562	499	506	658	672	3448	560	595	499	490	627	678				
	6	563	598	519	487	609	646	3422	555	590	496	486	622	673				
Mittlere Abweichung vom Mittel								Mittl. Diff. zwischen Beob. u. Rechnung										
±	47,6	50,4	80,8	92,1	70,2	103,5	±	10,8	18,6	16,0	14,6	17,1	24,3					
Gesamtmittel ± 76,9								Gesamtmittel ± 17,4										

Es fällt also der mittlere, natürlich mit dem theoretischen genau zusammenfallende Werth

$$\frac{\Sigma m \cdot n}{\Sigma n} = \frac{20000}{720} = 27,778$$

wirklich in die dichteste Stelle der Reihe  $n$ , und überdiess sind von den 720 Werthen

310 kleiner als 27      und      309 grösser als 28

so dass auch da wieder ein schönes Belege für das Gesetz der grossen Zahlen vorliegt. — Ferner enthält Tab. XXIV eine gedoppelte Zusammenstellung und Summirung der Gesamtwurfszahlen, — das eine Mal vom weissen, das andere Mal vom rothen Würfel ausgehend, — so dass die letzten Summen für jeden der beiden Würfel angeben, wie oft jede Nummer desselben während den 20000 Würfeln erschien. Hieraus folgen aber die definitiven, von den in der ersten Mittheilung gegebenen provisorischen Werthen sich übrigens nur wenig unterscheidenden Erfahrungswahrscheinlichkeiten:

Nummer	weiss		roth	
	Wahrscheinl.	Logarithm.	Wahrscheinl.	Logarithm.
1	0,16230	9,2103185	0,17035	9,2313421
2	17245	2366632	18155	2589963
3	14485	1609185	15880	2008505
4	14205	1524412	14580	1637575
5	18175	2594744	17240	2365373
6	19660	2935835	17110	2332500

mit welchen nunmehr rückwärts die bei 20000 Würfeln zu erwartenden Wurfszahlen berechnet werden können. So z. B. findet sich, dass der Wurf 4.6, welcher bei voll-

kommenen Würfeln unter 20000 Würfeln, wie jeder andere, 556 mal zu erwarten gewesen wäre, aber in Wirklichkeit nur 487 mal erschien, bei den gebrauchten Würfeln, laut den erhaltenen Erfahrungswahrscheinlichkeiten, in der That nur

$$20000 \times 0,14205 \times 0,17110 = 486$$

mal zu erwarten war. Auch diese Zahl und die für die andern Würfe entsprechend berechneten Zahlen sind in Tab. XXIV eingetragen worden, — und überdiess finden sich in derselben noch die mittlern Abweichungen der beobachteten Wurfzahlen von ihrem Mittel 556, und ebenso die mittlern Differenzen zwischen den beobachteten und den berechneten Wurfzahlen. Die Vergleichung des Gesamtmittels 76,9 der ersten mit dem Gesamtmittel 17,4 der zweiten zeigt, wie viel bessere Resultate man erhält, wenn man den, sich meist auf nicht erfüllte Voraussetzungen basirenden mathematischen Wahrscheinlichkeiten, da, wo es möglich ist, die dem wirklichen Bestande entsprechenden Erfahrungswahrscheinlichkeiten substituirt.

In Tab. XXV sind zunächst für jeden Doppelwurf die zum Theil schon für die in Tab. XXIV gegebenen Rechnungsergebnisse benutzten Erfahrungswahrscheinlichkeiten und ihre Logarithmen gegeben. Sodann sind die den Versuchen entnommenen Wiederholungen sowohl für die getrennten als für die vereinigten Würfe aufgezählt: So z. B. ersieht man aus besagter Tafel, dass es unter den 20000 Würfeln 11 mal vorkam, dass der Wurf 2. 6 zweimal nach einander erschien, ja 21 mal dass dasselbe bei dem Wurf 6. 2 vorkam, und sogar 65 mal, wenn zwischen den beiden Würfeln 2. 6 und 6. 2 nicht unter-

## Doppelwürfe: Wahrscheinlichkeit u. Wiederholung. Tab. XXV.

Wurf	Wahrscheinlichkeit				Wiederholungen					
	getrennte Würfe		vereinigte Würfe		2		3		4	
	Logar.	Zahl $\times 10^5$	Zahl $\times 10^5$	Logar.	getr.	ver.	getr.	ver.	getr.	ver.
1.1	8,44166	2765	.....	.....	11	11	0	0	0	0
1.2	46931	2947	} 5885	8,76975	14	72	0	3	0	0
2.1	46801	2938			22		0		0	
1.3	41169	2580	} 5048	70312	12	41	0	0	0	0
3.1	39226	2468			11		0		0	
1.4	37408	2366	} 4786	67997	9	44	1	1	0	0
4.1	38378	2420			10		0		0	
1.5	44686	2798	} 5894	77041	13	64	0	2	0	0
5.1	49082	3096			13		0		0	
1.6	44357	2777	} 6126	78718	13	67	1	2	0	0
6.1	52493	3349			17		1		0	
2.2	49566	3131	.....	.....	16	16	0	0	0	0
2.3	43751	2738	} 5368	72981	18	65	1	5	0	0
3.2	41991	2630			18		1		0	
2.4	40042	2514	} 5093	70697	13	44	0	3	0	0
4.2	41144	2579			14		0		0	
2.5	47320	2973	} 6273	79747	11	63	0	2	0	0
5.2	51847	3300			20		0		0	
2.6	46991	2951	} 6520	81425	11	65	0	5	0	1
6.2	55258	3569			21		0		0	
3.3	36177	2300	.....	.....	10	10	0	0	0	0
3.4	3,468	2112	} 4368	64028	10	34	0	2	0	1
4.3	35329	2256			9		0		0	
3.5	39746	2497	} 5383	73102	13	52	0	3	0	0
5.3	46032	2886			15		0		0	
3.6	39417	2478	} 5600	74819	13	58	0	3	0	0
6.3	49443	3122			13		1		0	
4.4	31620	2071	.....	.....	12	12	1	1	0	0
4.5	38898	2449	} 5099	70748	14	45	1	2	0	0
5.4	42323	2650			7		0		0	
4.6	38549	2429	} 5230	71850	5	54	0	2	0	0
6.4	45734	2801			15		0		0	
5.5	49601	3133	.....	.....	21	21	0	0	0	0
5.6	49272	3110	} 6499	81285	22	85	1	13	0	0
6.5	53012	3389			27		3		0	
6.6	52683	3364	.....	.....	25	25	0	0	0	0
Summe	—	—	—	—	518	948	12	49	0	2

schieden wurde, — dass dagegen weder 2.6 noch 6.2 dreimal nach einander erschienen, während diess dagegen 5 mal vorkam, wenn zwischen beiden Würfeln nicht unterschieden wurde, ja dass in letzterm Falle sogar 1 mal sich vier gleiche Würfe folgten. Zugleich aber zeigt dieser zweite Theil der Tab. XXV, dass selbst die Anzahl von 20000 Würfeln nicht vollständig hinreichte um die Zufälligkeiten auch nur im grossen Ganzen auszugleichen, indem es z. B. 12 mal vorkam, dass der Wurf 4.4, welcher von allen Würfeln mit den benutzten Würfeln die kleinste Wahrscheinlichkeit aufzuweisen hat, zweimal nach einander geworfen wurde, während es bei dem bedeutend wahrscheinlicheren Wurf 4.6 nur 5 mal geschah, — ja dass ersterer (wenn auch allerdings nur 1 mal) sogar dreimal hintereinander geworfen wurde, während es bei dem viel wahrscheinlicheren Wurf 1.2 nie vorkam, — dass ferner der vereinigte Wurf 5.6 nicht weniger als 13 mal dreimal hinter einander erschien, während diess bei dem noch etwas wahrscheinlicheren vereinigten Wurf 2.6 nur 5 mal der Fall war, — etc. etc. Es würde sich also kaum der Mühe lohnen, auch in diesem Falle die sämtlichen (mit den 2<sup>ten</sup>, 3<sup>ten</sup> und 4<sup>ten</sup> Potenzen der betreffenden Wahrscheinlichkeiten übereinstimmenden) Wahrscheinlichkeiten 2, 3 und 4facher Würfe zu berechnen, und die sich aus ihnen ergebenden Zahlen mit den entsprechenden Wurfzahlen zu vergleichen, und es schien mir daher zu genügen, diese Rechnung für die Grenzwerte durchzuführen, und die durch Rechnung und Versuch erhaltenen Grenzen zu vergleichen. Es ist so die folgende kleine Tafel entstanden:

Wieder- holung	Getrennte Würfe				Vereinigte Würfe			
	Berechnet		Beobachtet		Berechnet		Beobachtet	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
2	8,6	25,4	5	27	38,2	85,0	34	85
3	0,2	0,9	0	3	1,7	5,5	0	13
4	0,0	0,0	0	0	0,0	0,4	0	1

welche wohl ebenfalls so gute Uebereinstimmung zeigt, als unter den gegebenen Verhältnissen immer nur erwartet werden kann.

Die Tab. XXVI ist eine Erweiterung der Tab. XXIII. Während nämlich Letztere sich nur auf die Einzelwürfe mit dem weissen und rothen Würfel bezog, und auch für diese nur die je bei dem Abschlusse einer der ursprünglichen  $2 \times 1000$  Versuche erhaltenen Erschöpfungszahlen gab, so enthält die neue Tafel nicht nur für die Einzelwürfe  $2 \times 20000$  solcher Zahlen, indem von jedem einzelnen Wurf aus die Erschöpfung abgezählt wurde, — sondern sie dehnt sich auch sowohl auf die getrennten als auf die vereinigten Doppelwürfe aus. Schon der blosse Einblick in diese neue Tafel, welche übrigens auch eine viele Wochen absorbirende Arbeit repräsentirt, ist von nicht geringem Interesse, indem er z. B. zeigt, dass es unter 20000 Malen beim weissen Würfel 314 mal, und beim rothen Würfel wenigstens 279 mal vorkam, dass  $n = 6$  ausreichte oder alle 6 Nummern, wenn auch in verschiedener Folge,\*) nach einander geworfen wurden, — dass es aber allerdings in der Regel bedeutend mehr Würfe erforderte, um alle Nummern zu erhalten, jedoch nur ein einziges Mal  $n = 71$  wurde, — dass es nie ge-

\*) Die Folge 1.2.3.4.5.6 wurde nie erhalten.



lang, die 36 Doppelwürfe nach einander zu erhalten, sondern dass hiefür im Minimum 63 Würfe nothwendig waren, aber auch nie mehr als 359 Würfe,\*) — dass dagegen bei vereinigten Doppelwürfen Ein Mal alle 21 möglichen Combinationen in 30 Würfeln erschienen, — etc. etc. Ganz besonders interessant aber ist der bis auf untergeordnete Anomalien, welche bei weiterer Ausdehnung der Versuche ganz gewiss auch noch verschwinden würden, auffällig gesetzmässige Gang, welcher sich in sämmtlichen vier Reihen der Tafel zeigt: Ueberall rasches Aufsteigen und langsames Abfallen, aber in einer ganz eigenthümlichen Weise. Bezeichnet man nämlich die einzelnen Zahlen der vier Reihen mit  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  und  $m_4$ , so entspricht etwa schon

$n = 11$	der Maximalwerth	$m_1 = 1683$
$n = 11$	„ „	$m_2 = 1697$
$n = 124$	„ „	$m_3 = 222$
$n = 73$	„ „	$m_4 = 264$

während man respective bis

$n = 13$	gehen muss, damit die Summe der	$m_1$
$n = 13$	„ „	$m_2$
$n = 145$	„ „	$m_3$
$n = 88$	„ „	$m_4$

annähernd die der Hälfte der Versuche entsprechende Zahl 10000 erreicht, und die Mittelwerthe sogar auf

$$\frac{\Sigma n \cdot m_1}{\Sigma m_1} = \frac{293700}{20000} = 14,685$$

$$\frac{\Sigma n \cdot m_2}{\Sigma m_2} = \frac{296300}{20000} = 14,815$$

$$\frac{\Sigma n \cdot m_3}{\Sigma m_3} = \frac{3078713}{20000} = 153,936$$

$$\frac{\Sigma n \cdot m_4}{\Sigma m_4} = \frac{2000874}{20000} = 100,044$$

\*) Es ist interessant, wie nahe diese Maximalzahl an die 341 fällt, welche ich bei den frühern Versuchen vom Jahre 1850 als grösste Zahl erhielt.

Tab. XXVI.

## Erschöpfungen.

Einzelwürfe			Einzelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe		
n	weiss	roth	n	weiss	roth	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.
6	314	279	39	17	20	30	0	1	63	1	242	96	93	195	129	219	89
7	737	745	40	15	12	31	0	1	64	2	246	97	99	195	130	219	88
8	1168	1204	41	10	11	32	0	3	65	1	250	98	103	190	131	220	84
9	1481	1456	42	10	7	33	0	4	66	3	254	99	106	183	132	220	84
10	1653	1613	43	9	6	34	0	5	67	4	258	100	111	185	133	220	82
11	1683	1697	44	7	4	35	0	8	68	4	259	101	116	180	134	219	78
12	1664	1615	45	6	4	36	0	14	69	5	258	102	117	178	135	213	76
13	1530	1479	46	6	3	37	0	17	70	7	263	103	116	174	136	214	75
14	1425	1334	47	5	3	38	0	25	71	8	258	104	121	170	137	212	73
15	1258	1212	48	5	2	39	0	29	72	9	264	105	127	164	138	212	72
16	1110	1097	49	4	0	40	0	33	73	11	261	106	132	156	139	209	70
17	959	943	50	4	0	41	0	40	74	13	262	107	131	154	140	208	69
18	793	812	51	4	0	42	0	52	75	15	258	108	132	153	141	205	69
19	688	702	52	3	0	43	0	63	76	16	264	109	138	150	142	204	70
20	588	602	53	2	0	44	0	70	77	16	257	110	146	150	143	202	69
21	492	503	54	2	0	45	0	81	78	20	253	111	152	148	144	202	66
22	402	429	55	2	0	46	0	84	79	24	247	112	155	141	145	198	63
23	338	368	56	2	0	47	0	98	80	27	250	113	166	132	146	195	60
24	286	314	57	2	0	48	0	113	81	30	244	114	173	132	147	188	57
25	243	251	58	1	0	49	0	128	82	39	237	115	185	131	148	187	56
26	206	218	59	1	0	50	0	141	83	38	238	116	191	124	149	187	56
27	171	190	60	1	0	51	0	160	84	44	235	117	204	122	150	186	56
28	143	158	61	1	0	52	0	175	85	47	236	118	211	119	151	185	56
29	112	132	62	1	0	53	0	183	86	56	229	119	212	117	152	178	55
30	93	113	63	1	0	54	0	193	87	56	229	120	222	115	153	174	53
31	74	101	64	1	0	55	0	203	88	59	230	121	219	113	154	174	53
32	64	84	65	1	0	56	0	200	89	58	228	122	222	108	155	169	51
33	48	72	66	1	0	57	0	209	90	61	224	123	222	106	156	169	50
34	40	59	67	1	0	58	0	214	91	66	219	124	219	101	157	163	49
35	35	43	68	1	0	59	0	218	92	71	207	125	222	96	158	163	49
36	30	40	69	1	0	60	0	226	93	75	204	126	220	93	159	159	46
37	23	32	70	1	0	61	0	236	94	84	194	127	218	90	160	160	44
38	20	21	71	1	0	62	0	242	95	90	196	128	221	89	161	156	42

## Erschöpfungen.

Tab. XXVI.

Doppelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe			Doppelwürfe		
n	getr.	ver.	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.	n	getr.	ver.
162	151	40	195	84	18	228	38	11	261	17	6	294	7	3	327	2	1
163	143	40	196	78	17	229	38	11	262	17	6	295	7	3	328	2	1
164	141	40	197	73	17	230	38	11	263	17	6	296	7	3	329	2	1
165	136	37	198	73	17	231	38	11	264	17	6	297	7	3	330	2	1
166	131	33	199	72	17	232	38	11	265	17	6	298	6	3	331	2	1
167	131	32	200	69	16	233	37	10	266	16	6	299	6	3	332	2	1
168	128	31	201	67	16	234	36	10	267	15	6	300	5	2	333	2	1
169	125	29	202	66	15	235	36	10	268	15	6	301	5	2	334	2	1
170	124	29	203	65	14	236	36	10	269	15	6	302	5	2	335	2	1
171	123	27	204	62	14	237	36	10	270	14	5	303	4	2	336	2	1
172	122	26	205	62	14	238	33	9	271	14	5	304	4	2	337	2	1
173	122	26	206	61	14	239	32	9	272	13	5	305	4	2	338	2	1
174	121	27	207	60	14	240	32	9	273	13	5	306	4	2	339	2	1
175	116	27	208	59	14	241	32	9	274	13	5	307	4	2	340	2	1
176	115	26	209	58	13	242	32	9	275	12	4	308	4	2	341	2	1
177	112	25	210	57	13	243	31	9	276	12	4	309	3	1	342	2	1
178	112	24	211	56	13	244	29	9	277	11	4	310	2	1	343	2	1
179	108	24	212	56	13	245	28	9	278	11	4	311	2	1	344	2	1
180	109	24	213	55	13	246	26	8	279	11	4	312	2	1	345	2	1
181	108	23	214	54	13	247	26	8	280	11	4	313	2	1	346	2	1
182	105	21	215	54	13	248	25	8	281	10	4	314	2	1	347	2	1
183	104	21	216	53	13	249	24	7	282	9	3	315	2	1	348	2	1
184	102	21	217	50	13	250	23	7	283	9	3	316	2	1	349	2	1
185	98	21	218	50	13	251	23	7	284	9	3	317	2	1	350	2	1
186	99	21	219	50	13	252	23	7	285	9	3	318	2	1	351	2	1
187	101	21	220	49	13	253	22	6	286	8	3	319	2	1	352	2	1
188	99	19	221	48	13	254	22	6	287	8	3	320	2	1	353	2	1
189	96	19	222	48	13	255	21	6	288	8	3	321	2	1	354	2	1
190	91	18	223	46	13	256	21	6	289	7	3	322	2	1	355	1	1
191	89	18	224	45	13	257	21	6	290	7	3	323	2	1	356	1	1
192	87	18	225	42	12	258	19	6	291	7	3	324	2	1	357	1	1
193	84	18	226	39	12	259	18	6	292	7	3	325	2	1	358	1	1
194	83	18	227	38	11	260	17	6	293	7	3	326	2	1	359	1	1

ansteigen. Es trifft also in allen vier Fällen das Maximum lange vorher ein, ehe die Hälfte der Werthe erreicht wird, während Letztere ebenfalls schon lange überschritten ist, wenn man zum Mittelwerthe gelangt, welcher doch, wie schon in der zweiten Mittheilung hervorgehoben worden ist, mit dem wahrscheinlichsten Werthe der Erschöpfungszahl übereinstimmt.

Mich bemühend für dieses eigenthümliche Verhältniss einen plausibeln Grund zu finden, kam ich auf die Idee, es möchte damit zusammenhängen, dass, während jede dieser Reihen nach der einen Seite hin sich bis in's Unendliche ausdehnen kann, die zwei ersten derselben bei 6, die dritte bei 36 und die vierte bei 21 plötzlich abgebrochen werden, wie wenn dort ein Hinderniss stehen und der Strom sich an demselben stauen würde. Ich entschloss mich daher ein solches Abfliessen ohne und mit Stauung an einem möglichst leicht übersehbaren Falle zu studiren, und kam so dazu, folgende neue Versuchsreihe zu unternehmen: Ich befestigte zwei Glastafeln von 38<sup>cm</sup> Länge und 9<sup>cm</sup> Höhe in zwei um 13 $\frac{1}{2}$ <sup>mm</sup> von einander abstehenden Einschnitten, die ich in ein Bretchen gemacht hatte, — brachte vom einen Ende aus, das durch eine Quertafel abgeschlossen war, auf dem Bretchen eine Centimeter-Scale an, construirte einen kleinen Aufsatz mit conischer Bohrung, der über den Tafeln verschoben werden, und einen Glastrichter aufnehmen konnte, dessen Ausflussöffnung 4<sup>mm</sup> Durchmesser hatte, und 8,5<sup>cm</sup> über dem Bretchen zu stehen kam, — und wählte einen gewöhnlichen trockenen Schreibsand, dessen Körner (wie ich mich mikroskopisch unter Anwendung eines Brander'schen Glasmikrometers überzeugte) durchschnittlich einen Durchmesser von  $\frac{1}{5}$ <sup>mm</sup> oder ein Volumen von 0,004<sup>mm<sup>3</sup></sup> be-

sassen, so dass, wenn  $1^{\text{cm}^3}$  Sand zu  $2,5^{\text{gr}}$  angenommen wird, etwa 100000 meiner Sandkörner auf  $1^{\text{gr}}$  gehen mochten. Nachdem ich meinen Apparat sammt Trichteraufsatz auf die eine Schale einer Wage gestellt und gut equilibriert hatte, legte ich in die andere Schale abwechselnd 10, 20, 30, 60 oder  $90^{\text{gr}}$ , — füllte sodann durch den Trichter, dessen Mittellinie mit Hülfe eines Lothes mit einem der Theilpunkte der Scale zusammengebracht worden war, langsam Sand ein, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt war, — und mass sodann mit einem Millimeterstabe bei jedem Theilstriche der Scale die Ordinate der an der Glaswand sich scharf abzeichnenden Curve; nachher wurde der Sand wieder abgegossen, und derselbe Versuch neu begonnen, und so jeder Versuch (sowohl für jedes Gewicht, als für jeden Stand des Trichters) im Ganzen 5 mal gemacht, und je aus den 5 sich entsprechenden Ordinaten das Mittel gezogen. Die Tab. XXVIII enthält die sämtlichen der aus  $5 \times 36$  solchen Versuchen erhaltenen mittlern Ordinaten der Sandcurve, und es dürfte nach dem bereits Gesagten zum Verständniss der Tafel genügen noch beizufügen, dass die mit 0, 1, 2, etc. bezeichneten Rubriken den ebenso bezeichneten Theilpunkten der Scale entsprechen, — dass der Trichter, je bei der ersten Versuchsreihe mit einem der gewählten Gewichte, wirklich bei 10 stand, — dagegen bei den folgenden Versuchsreihen gegen die Abschlusswand verschoben wurde, während für die Zusammenstellung in der Tafel, der leichtern Uebersichtlichkeit zuliebe, angenommen wurde, es sei der Trichter bei 10 stehen geblieben, und dagegen die Abschlusswand an die mit \* bezeichnete Stelle geschoben worden. Bei jeder ersten Versuchsreihe stand somit die Abschlusswand so, dass die

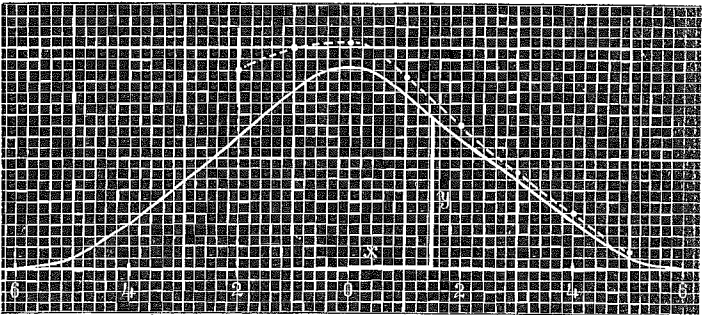


## Versuche über Sandauslauf.

Tab. XXVII.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
14,8	7,8	2,5	0,5	0,1	—	—	—	—	—	—	—
14,6	7,3	2,2	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—
13,4	6,4	2,1	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—
13,8	6,7	1,9	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—
14,8	6,7	1,8	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—
18,6	10,2	3,5	0,4	0,1	—	—	—	—	—	—	—
24,2	16,0	8,4	2,8	0,5	0,1	—	—	—	—	—	—
22,9	14,2	7,0	2,0	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—
23,4	15,2	7,3	1,7	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—
24,1	14,8	7,5	2,0	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—
25,6	17,2	9,0	2,3	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—
30,0	24,2	14,1	7,4	1,2	0,1	—	—	—	—	—	—
31,0	23,8	15,6	7,8	2,0	0,6	0,1	—	—	—	—	—
31,2	22,6	15,6	8,0	2,2	0,6	0,1	—	—	—	—	—
31,2	23,4	15,0	7,6	2,0	0,5	0,1	—	—	—	—	—
32,2	24,4	17,0	9,4	2,6	0,5	0,1	—	—	—	—	—
34,8	26,2	19,0	11,0	3,4	0,6	0,1	—	—	—	—	—
39,8	32,2	24,2	16,8	8,0	2,6	0,5	0,1	—	—	—	—
48,6	40,0	32,6	25,4	18,2	10,4	3,4	0,1	—	—	—	—
47,2	39,4	32,0	24,6	17,6	9,6	2,8	0,1	—	—	—	—
47,8	39,6	32,6	24,8	17,4	10,0	3,0	0,1	—	—	—	—
48,4	40,2	32,8	25,4	18,2	11,4	4,2	0,2	—	—	—	—
50,2	42,4	34,6	27,0	19,8	12,8	4,8	0,2	—	—	—	—
51,4	44,6	37,0	30,0	21,4	15,0	8,4	1,2	0,1	—	—	—
56,0	48,0	40,2	33,2	25,4	18,6	11,2	5,0	0,1	—	—	—
61,6	54,6	46,6	38,8	31,6	23,8	17,6	10,4	4,6	0,1	—	—
59,8	52,4	44,4	37,2	30,0	22,2	15,2	9,0	2,5	0,2	—	—
60,6	52,4	44,8	36,6	29,4	22,6	14,8	7,8	1,8	0,1	—	—
59,4	51,8	44,8	37,2	30,2	23,6	17,4	10,0	3,0	0,1	—	—
61,2	52,8	45,0	37,6	29,8	22,2	15,6	8,8	1,4	0,1	—	—
62,2	54,6	47,0	39,4	31,4	23,8	16,2	9,0	2,8	0,1	—	—
62,2	54,6	47,2	39,2	32,4	25,4	18,4	10,8	4,2	0,4	0,1	—
65,2	58,2	50,8	42,2	35,0	27,8	20,0	13,2	6,2	0,6	0,1	—
67,4	59,2	52,2	44,4	38,0	30,6	24,4	18,2	11,2	4,2	0,1	—
71,4	63,8	57,0	50,2	43,0	36,2	29,0	23,0	15,6	9,0	2,0	0,1
77,8	69,8	62,6	53,6	48,4	42,0	34,4	27,6	20,6	13,0	6,2	0,8

Sandablagerung von ihr in keiner Weise modificirt wurde, also eine normale Curve entstand, — während bei den folgenden Versuchsreihen je mehr und mehr Stauungen entstanden, durch welche die Curve modificirt wurde, — zuerst allerdings noch so schwach, dass diese Modificationen in den, durch den ziemlich primitiven Apparat veranlassten Beobachtungsfehlern aufgingen, später aber so kräftig, dass ihr Verlauf den Beobachtungsreihen mit aller Sicherheit entnommen werden kann. — Fassen wir zunächst die normalen Curven in's Auge, so verlaufen sie von dem höchsten, unter dem Trichter stehenden



Punkte aus, so nahe nach beiden Seiten symmetrisch, dass die kleinen Abweichungen in den Fehlern der Beobachtung und des Apparates, namentlich in dem mangelhaften Parallelismus der beiden Glastafeln, hinlängliche Erklärung finden. Für die kleinern Sandmengen (10, 20, 30 <sup>gr</sup>) zeigen sie, wie der beistehenden, der Normalcurve für 30 <sup>gr</sup> entsprechenden Figur zu entnehmen ist, entschiedene Hut- oder Glockenform, — für grössere Sandmengen (60, 90 <sup>gr</sup>) verliert sich dagegen diese charakteristische Form immer mehr, und geht am Ende, wenn der Gipfel des Sandberges die Trichteröffnung erreicht, in zwei an



derselben zusammenlaufende Gerade über, welche der sog. natürlichen Böschung entsprechen. Bleiben wir behufs näherer Prüfung bei der abgebildeten Curve stehen, so finden wir zwischen derselben und der durch

$$\varphi(v) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-v^2} \quad \text{oder} \quad Lg \varphi(v) + \frac{1}{2} Lg \pi + v^2 \cdot Lg e = 0 \quad 1$$

gegebenen Fehlercurve eine so grosse Aehnlichkeit, dass eine genauere Vergleichung zu lohnen scheint. Setzen wir zu diesem Zwecke

$$v = \alpha \cdot x \quad \text{und} \quad \varphi(v) = \beta \cdot y \quad 2$$

und führen überdiess diese Hilfsgrössen

$$u = \alpha^2 \quad t = Lg \beta \quad m = x^2 \cdot Lg e \quad n = Lg y + \frac{1}{2} Lg \pi \quad 3$$

ein, wo

$$Lg \pi = 0,4971499 \quad Lg e = 0,4342945$$

ist, so erhalten wir nach 1 zur Bestimmung der  $\alpha$  und  $\beta$ , respective der  $t$  und  $u$ , die Bedingungsgleichung

$$t + m \cdot u + n = 0 \quad 4$$

welche wir so oft aufschreiben können, als wir correspondirende Werthe von  $x$  und  $y$ , respective von  $m$  und  $n$ , besitzen. Nun haben wir in unserm Falle, wenn die  $x$  (entsprechend der Figur) von der Mitte aus gezählt, und für die  $y$  die Mittel aus den sich entsprechenden Ordinaten vor und nach der Mitte genommen werden, nach Tab. XXVII die 5 correspondirenden Werthe\*)

$x =$	0	1	2	3	4
$y =$	36,2	32,0	24,3	15,8	8,0

und somit nach 3 und 4 die 5 Gleichungen

\*) Die spätern Werthe von  $x$  und  $y$  wurden als relativ etwas unsicherer, vorläufig weggelassen.

Tab. XXVIII.

Tafel für die Fehlercurve.

$v$	$f(v)$	$v$	$f(v)$	$v$	$f(v)$	$v$	$f(v)$
0.00	0.5642	0.40	0.4808	0.80	0.2975	1.20	0.1337
1	0.5641	1	0.4769	1	0.2928	1	0.1305
2	0.5640	2	0.4729	2	0.2880	2	0.1274
3	0.5637	3	0.4689	3	0.2833	3	0.1243
4	0.5633	4	0.4649	4	0.2786	4	0.1213
5	0.5628	5	0.4608	5	0.2739	5	0.1183
6	0.5622	6	0.4566	6	0.2693	6	0.1153
7	0.5614	7	0.4524	7	0.2647	7	0.1124
8	0.5606	8	0.4481	8	0.2601	8	0.1096
9	0.5596	9	0.4438	9	0.2555	9	0.1068
0.10	0.5586	0.50	0.4394	0.90	0.2510	1.30	0.1041
1	0.5574	1	0.4350	1	0.2465	1	0.1014
2	0.5561	2	0.4305	2	0.2420	2	0.0988
3	0.5547	3	0.4260	3	0.2376	3	0.0962
4	0.5533	4	0.4215	4	0.2332	4	0.0937
5	0.5517	5	0.4169	5	0.2288	5	0.0912
6	0.5499	6	0.4123	6	0.2245	6	0.0888
7	0.5481	7	0.4077	7	0.2202	7	0.0864
8	0.5462	8	0.4030	8	0.2159	8	0.0840
9	0.5442	9	0.3983	9	0.2117	9	0.0817
0.20	0.5421	0.60	0.3936	1.00	0.2076	1.40	0.0795
1	0.5399	1	0.3889	1	0.2034	1	0.0773
2	0.5375	2	0.3841	2	0.1993	2	0.0751
3	0.5351	3	0.3794	3	0.1953	3	0.0730
4	0.5326	4	0.3746	4	0.1913	4	0.0709
5	0.5300	5	0.3698	5	0.1873	5	0.0689
6	0.5273	6	0.3650	6	0.1834	6	0.0669
7	0.5245	7	0.3601	7	0.1795	7	0.0650
8	0.5217	8	0.3553	8	0.1757	8	0.0631
9	0.5187	9	0.3505	9	0.1720	9	0.0613
0.30	0.5156	0.70	0.3456	1.10	0.1683	1.50	0.0595
1	0.5125	1	0.3408	1	0.1646	1	0.0577
2	0.5093	2	0.3360	2	0.1609	2	0.0560
3	0.5060	3	0.3311	3	0.1573	3	0.0543
4	0.5026	4	0.3263	4	0.1538	4	0.0527
5	0.4992	5	0.3215	5	0.1503	5	0.0511
6	0.4956	6	0.3167	6	0.1469	6	0.0495
7	0.4921	7	0.3119	7	0.1435	7	0.0480
8	0.4883	8	0.3071	8	0.1402	8	0.0465
9	0.4846	9	0.3023	9	0.1369	9	0.0450

Tafel für die Fehlercurve.

Tab. XXVIII.

$v$	$f(v)$	$v$	$f(v)$	$v$	$f(v)$	$v$	$f(v)$
1.60	0.0436 <sub>14</sub>	2.00	0.0103 <sub>4</sub>	2.40	0.0018	2.80	0.0002
1	0.0422 <sub>13</sub>	1	0.0099 <sub>4</sub>	1	0.0017	1	0.0002
2	0.0409 <sub>13</sub>	2	0.0095 <sub>3</sub>	2	0.0016	2	0.0002
3	0.0396 <sub>13</sub>	3	0.0092 <sub>4</sub>	3	0.0015	3	0.0002
4	0.0383 <sub>12</sub>	4	0.0088 <sub>4</sub>	4	0.0015	4	0.0002
5	0.0371 <sub>12</sub>	5	0.0084 <sub>3</sub>	5	0.0014	5	0.0002
6	0.0359 <sub>12</sub>	6	0.0081 <sub>3</sub>	6	0.0013	6	0.0002
7	0.0347 <sub>11</sub>	7	0.0078 <sub>3</sub>	7	0.0013	7	0.0001
8	0.0336 <sub>11</sub>	8	0.0075 <sub>3</sub>	8	0.0012	8	0.0001
9	0.0325 <sub>11</sub>	9	0.0072 <sub>3</sub>	9	0.0012	9	0.0001
1.70	0.0314 <sub>11</sub>	2.10	0.0069 <sub>3</sub>	2.50	0.0011	2.90	0.0001
1	0.0303 <sub>10</sub>	1	0.0066 <sub>3</sub>	1	0.0010	1	0.0001
2	0.0293 <sub>10</sub>	2	0.0063 <sub>3</sub>	2	0.0010	2	0.0001
3	0.0283 <sub>10</sub>	3	0.0060 <sub>2</sub>	3	0.0009	3	0.0001
4	0.0273 <sub>9</sub>	4	0.0058 <sub>3</sub>	4	0.0009	4	0.0001
5	0.0264 <sub>9</sub>	5	0.0055 <sub>2</sub>	5	0.0008	5	0.0001
6	0.0255 <sub>9</sub>	6	0.0053 <sub>2</sub>	6	0.0008	6	0.0001
7	0.0246 <sub>9</sub>	7	0.0051 <sub>2</sub>	7	0.0008	7	0.0001
8	0.0237 <sub>8</sub>	8	0.0049 <sub>2</sub>	8	0.0007	8	0.0001
9	0.0229 <sub>8</sub>	9	0.0047 <sub>2</sub>	9	0.0007	9	0.0001
1.80	0.0221 <sub>8</sub>	2.20	0.0045 <sub>2</sub>	2.60	0.0007	3.00	0.0001
1	0.0213 <sub>7</sub>	1	0.0043 <sub>2</sub>	1	0.0006	1	0.0001
2	0.0206 <sub>8</sub>	2	0.0041 <sub>2</sub>	2	0.0006	2	0.0001
3	0.0198 <sub>7</sub>	3	0.0039 <sub>2</sub>	3	0.0006	3	0.0001
4	0.0191 <sub>7</sub>	4	0.0037 <sub>1</sub>	4	0.0005	4	0.0001
5	0.0184 <sub>7</sub>	5	0.0036 <sub>2</sub>	5	0.0005	5	0.0001
6	0.0177 <sub>6</sub>	6	0.0034 <sub>1</sub>	6	0.0005	6	0.0000
7	0.0171 <sub>6</sub>	7	0.0033 <sub>2</sub>	7	0.0005		
8	0.0165 <sub>6</sub>	8	0.0031 <sub>1</sub>	8	0.0004		
9	0.0159 <sub>6</sub>	9	0.0030 <sub>2</sub>	9	0.0004		
1.90	0.0153 <sub>6</sub>	2.30	0.0028 <sub>1</sub>	2.70	0.0004		
1	0.0147 <sub>6</sub>	1	0.0027 <sub>1</sub>	1	0.0004		
2	0.0141 <sub>5</sub>	2	0.0026 <sub>1</sub>	2	0.0003		
3	0.0136 <sub>5</sub>	3	0.0025 <sub>1</sub>	3	0.0003		
4	0.0131 <sub>5</sub>	4	0.0024 <sub>1</sub>	4	0.0003		
5	0.0126 <sub>5</sub>	5	0.0023 <sub>1</sub>	5	0.0003		
6	0.0121 <sub>5</sub>	6	0.0022 <sub>1</sub>	6	0.0003		
7	0.0116 <sub>4</sub>	7	0.0021 <sub>1</sub>	7	0.0003		
8	0.0112 <sub>4</sub>	8	0.0020 <sub>1</sub>	8	0.0002		
9	0.0108 <sub>5</sub>	9	0.0019 <sub>1</sub>	9	0.0002		

$$t + 0,0000 \cdot u + 1,8073 = 0$$

$$t + 0,4343 \cdot u + 1,7537 = 0$$

$$t + 1,7372 \cdot u + 1,6342 = 0$$

$$t + 3,9087 \cdot u + 1,4472 = 0$$

$$t + 6,9487 \cdot u + 1,1517 = 0$$

aus welchen die Normalgleichungen

$$5 \cdot t + 13,0289 \cdot u + 7,7941 = 0$$

$$13,0289 \cdot t + 66,7688 \cdot u + 17,2599 = 0$$

und somit successive die Werthe

$$t = -1,8012 (8,1988) \quad u = 0,0930 \quad \alpha = 0,3049 \quad \beta = 0,0158$$

folgen. Berechnet man nun mit Hülfe dieses  $\alpha$  nach 2 die  $v$ , — schlägt sodann zu letztern in der auf meinen Wunsch, zu Gunsten dieser und anderer Untersuchungen, von Herrn Wolfner in etwas grösserer Ausdehnung als gewöhnlich berechneten Tab. XXVIII die entsprechenden Werthe von  $\varphi(v)$  auf, — und bestimmt aus diesen mit Hülfe des  $\beta$  wieder nach 2 die  $y$ , welche zur Unterscheidung von den beobachteten mit  $y'$  bezeichnet werden mögen, so ergibt sich die folgende Tafel correspondirender Werthe:

$x$	$y$	$v$	$\varphi(v)$	$y'$	$y' - y$
0	36,2	0,000	0,5642	35,7	-0,5
1	32,0	0,305	5141	32,5	0,5
2	24,3	0,610	3889	24,6	0,3
3	15,8	0,915	2443	15,5	-0,3
4	8,0	1,220	1274	8,1	0,1
5	1,9	1,524	0553	3,5	1,6
6	0,6	1,829	0199	1,3	0,7
7	0,1	2,134	0059	0,4	0,3

und da sich in den Differenzen  $y' - y$  kein systematischer Gang zeigt, auch ihr mittlerer Werth, trotzdem hier auch

die drei zur Bestimmung von  $\alpha$  und  $\beta$  nicht benutzten Werthen-Paare von  $x$  und  $y$  noch mit einbezogen wurden, nur die relativ unbedeutende Grösse  $\pm 0,7$  erreicht, so wird die Identificirung unserer Normalcurve mit der Fehlercurve kaum beanstandet werden können, ja ich glaube sogar, dass diese Erstellung der Fehlercurve durch einen ihr scheinbar ganz fremden, aber bei näherm Nachdenken doch ganz entschieden verwandten physikalischen Versuch von den Mathematikern mit grossem Interesse aufgenommen werden dürfte, — stehe ich sogar nicht an, zu erklären, dass ich mich schon durch dieses Eine Resultat meiner Versuchsreihe für die nicht geringe Arbeit ihrer Erstellung reichlich entschädigt fühle. — Was nun endlich die durch Stauung modificirten Curven anbelangt, von welchen in der vorstehenden Figur die 30<sup>te</sup> und dem Stande der Abschlusswand vor 8 Entsprechende dargestellt ist, so muss ich mich für diessmal darauf beschränken, das Factum hervorzuheben, dass die Modification vorzugsweise den dem Hindernisse zugewandten Zweig der Curve betrifft, und theils in einer relativ raschern Ausfüllung des gegen dasselbe hinliegenden Raumes, theils in einer kleinen, aber in einzelnen der in Tab. XXVII gegebenen Reihen doch sehr deutlich ausgesprochenen Verschiebung des Scheitels von der Trichteröffnung gegen die Wand hin besteht. Während ferner bei sämmtlichen normalen Curven, und so auch bei der verzeichneten, Maximalwerth der Ordinaten, Mitte der Ordinatensumme und Mittelwerth der Abscissen mit  $x = 0$  oder also mit dem ursprünglichen Theilpunkte 10 der Scale zusammentreffen, so steht zwar bei der verzeichneten modificirten Curve der Scheitel noch sehr nahe über,

wenn auch entschieden eher vor als nach 10, — dagegen ist die Summe der vorgehenden Ordinaten nur 77,4, während die der nachfolgenden auf 95,1 ansteigt, so dass die Summenmitte etwas nach 10, und zwar etwa bei 10,22 erreicht wird, — und der Mittelwerth der Abscissen steigt sogar auf

$$\frac{\Sigma(x+10) \cdot y}{\Sigma y} = \frac{2229,9}{213,5} = 10,44$$

an. Es kommen also bei den modificirten Curven ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie bei den Erschöpfungs-Curven angetroffen haben, und es ist somit die Richtigkeit der früher ausgesprochenen Vermuthung, wenn auch nicht gerade erwiesen, doch wenigstens plausibel gemacht.

Anhangsweise füge ich in Beziehung auf die in Nr. LVII veröffentlichten »Weiteren Studien über die Sonnenfleckenperiode«, bei deren Abdruck in Tab. IV die Ueberschriften »Zweiter Versuch« und »Erster Versuch« verwechselt wurden, noch Folgendes bei: Erstens war Herr Faye so freundlich, der Pariser-Academie am 18. Dez. vorigen Jahres über die Hauptresultate jener Studien in sehr anerkennender Weise zu referiren, wofür ich auf seinen in die Comptes rendus aufgenommenen Rapport »Sur un récent Mémoire de M. R. Wolf de Zurich, au sujet de la périodicité des taches du Soleil« verweisen kann. Ich will hier nur zwei von ihm hervorgehobene Ergebnisse meiner Untersuchungen berühren, welche ich in meiner Mittheilung nicht speciell in Betracht gezogen hatte, — und dann einige kurze Bemerkungen daran knüpfen: Erstens schliesst Herr Faye aus meiner Tab. II, dass die den beiden Perioden von 10 und 11 $\frac{1}{3}$  Jahren entsprechenden Reihen nicht nur überhaupt ähnlich ver-

laufen, sondern speciell bei beiden das für die Sonnenfleckenperioden charakteristische Verhältniss auftrete, dass dem Minimum schon in  $4\frac{1}{2}$  Jahren ein Maximum folge. Zweitens hebt Herr Faye hervor, dass

$$10 \times 17 = 170 = 11\frac{1}{3} \times 15$$

sei, dass also bereits die Coexistenz meiner beiden Perioden eine grosse Periode von 170 Jahren bedinge, und somit zu hoffen sei, dass ich mit meinen beiden Perioden zur Darstellung des Gesamtverlaufes ausreichen, und somit die früher vermuthete grosse Periode fallen lassen werde. Was nun ersteren Punkt anbelangt, so finde ich, wenn ich ausser Tab. II auch noch Tab. I consultire, dass bei der Periode 10 von einem Minimum hinweg etwas mehr als  $4\frac{1}{2}$ , ja fast 5 Jahre verfliessen, bis das Maximum eintritt, — dagegen bei der Periode  $11\frac{1}{3}$  dem Minimum schon in wenig mehr als 4 Jahren ein Maximum folgt; ich möchte also von meiner Seite fast vermuthen, dass die kleinere Periode annähernd symmetrisch verläuft, und jene bekannte Unsymmetrie der Sonnenfleckenperiode zunächst mit der grössern Periode zusammenhängt. Was sodann den zweiten Punkt anbelangt, so bin ich Herrn Faye ausserordentlich dankbar, dass er mich auf die Periode von 170 Jahren aufmerksam gemacht hat, welche ich wirklich im Augenblicke übersah, momentan nicht einmal daran denkend, dass ich schon 1877 (v. Nr. XLII), allerdings von einer ganz andern Betrachtung ausgehend, bereits auf eine grosse Periode von circa 178 Jahren gekommen war; was dagegen seine Hoffnung anbetrifft, dass ein Zuzug einer andern grossen Periode, welche ich früher, in Uebereinstimmung mit meinem Collegen Fritz, nicht nur in den Sonnenflecken, sondern auch in den magnetischen Variationen und in





Periode 37					Periode 38					Periode 39				
1	1-3	1-6	1-10	1-15	1	1-3	1-6	1-10	1-15	1	1-3	1-6	1-10	1-15
-8.5	-1.3	-0.7	-0.6	0.1	-8.5	-1.2	1.6	5.3	9.6	-8.5	-1.3	3.8	9.4	8.1
-9.3	-2.7	0.7	1.0	1.7	-9.3	-1.1	0.6	4.7	8.9	-9.3	-3.8	3.5	9.4	8.3
0.3	2.9	3.3	3.8	4.1	0.3	-1.0	3.0	6.7	10.2	0.3	0.3	6.6	11.0	8.4
-4.3	-2.1	1.3	3.0	4.9	-4.3	-1.1	3.4	7.3	11.2	-4.3	1.2	8.2	11.6	9.1
-0.8	-0.4	0.2	2.5	4.1	-0.8	1.5	4.8	9.6	12.7	-0.8	2.5	8.3	11.7	8.8
1.4	2.4	3.3	3.8	6.0	1.4	2.7	7.3	11.3	12.7	1.4	3.5	10.1	12.9	8.8
6.6	3.5	3.7	5.7	7.7	6.6	4.0	8.8	12.1	13.2	6.6	6.2	11.1	12.4	8.1
4.5	2.8	6.2	7.5	8.6	4.5	5.4	9.6	13.2	12.9	4.5	9.4	14.6	14.2	9.3
4.3	4.2	5.7	7.8	9.7	4.3	9.2	14.0	16.2	14.9	4.3	9.7	13.6	12.2	8.5
3.6	8.9	10.4	10.8	13.0	3.6	10.5	11.6	14.6	13.3	3.6	10.0	13.2	11.9	8.6
8.1	11.8	12.8	13.0	14.7	8.1	10.6	13.9	15.6	13.8	8.1	13.8	16.1	13.2	9.7
11.1	12.6	14.5	14.6	15.3	11.1	12.7	16.2	16.5	13.8	11.1	14.3	15.7	11.3	7.7
10.9	11.7	13.5	14.4	15.3	10.9	14.4	15.4	16.3	12.7	10.9	16.6	17.5	12.6	8.8
15.6	13.9	15.8	16.7	17.6	15.6	17.1	18.2	17.3	12.4	15.6	16.2	15.7	11.7	9.0
12.7	16.3	15.8	16.8	17.3	12.7	16.5	17.2	15.7	11.6	12.7	17.1	16.8	11.1	9.3
16.7	16.7	16.6	17.4	17.7	16.7	16.6	17.1	15.3	11.5	16.7	16.5	16.3	10.2	8.9
14.0	17.0	17.4	19.1	19.0	14.0	17.4	17.4	14.5	9.6	14.0	16.2	14.7	8.5	8.0
15.9	16.3	17.5	17.8	17.7	15.9	17.2	16.9	13.8	8.6	15.9	17.0	13.6	8.0	8.1
15.0	18.7	19.5	19.0	17.8	15.0	17.2	17.3	12.7	8.3	15.0	16.9	13.7	7.5	8.5
18.4	18.8	17.7	17.6	16.1	18.4	16.8	16.6	12.4	8.9	18.4	16.6	12.1	7.5	8.3
18.5	17.4	17.6	16.8	15.4	18.5	17.3	16.1	11.2	6.7	18.5	16.4	10.4	5.9	7.5
19.9	16.5	17.0	16.9	15.1	19.9	17.2	14.5	10.0	6.4	19.9	17.4	9.8	5.5	7.8
15.1	16.3	16.6	14.7	13.3	15.1	15.4	11.1	7.2	5.6	15.1	16.0	9.7	6.4	9.5
14.0	15.4	15.9	14.4	12.0	14.0	15.8	10.9	6.2	5.2	14.0	12.9	6.8	5.1	8.7
15.4	16.0	15.4	13.0	10.4	15.4	15.3	11.1	6.0	4.7	15.4	11.5	7.5	6.4	10.2
14.5	15.1	13.3	11.1	8.5	14.5	12.3	7.8	4.2	3.5	14.5	10.7	5.9	6.7	10.0
11.6	13.2	10.4	8.9	7.0	11.6	9.4	4.4	2.6	3.1	11.6	9.3	3.8	4.0	8.4
6.7	8.8	7.3	5.7	3.8	6.7	7.6	5.8	2.4	3.3	6.7	5.7	2.6	4.2	8.6
5.9	7.0	6.5	5.3	3.1	5.9	7.2	3.5	1.8	3.6	5.9	3.9	-0.4	3.3	8.1
10.9	8.8	5.7	4.5	3.1	10.9	5.6	3.2	1.7	3.8	10.9	6.1	2.5	6.2	9.5
6.2	5.9	4.0	1.7	0.9	6.2	3.3	2.9	2.4	4.9	6.2	3.9	3.9	6.7	9.3
2.1	2.0	0.8	0.4	-0.3	2.1	4.8	0.6	2.1	5.1	2.1	1.6	2.0	6.1	8.6
3.9	4.1	3.2	1.0	0.3	3.9	1.4	-2.5	0.8	4.5	3.9	0.5	1.2	6.8	8.3
-0.8	2.1	1.5	0.1	0.4	-0.8	-0.9	-0.2	2.8	6.5	-0.8	-2.7	-0.1	6.4	7.0
-3.5	-2.6	-1.3	-0.9	-0.3	-3.5	-2.5	0.0	3.4	7.6	-3.5	0.5	3.0	7.8	7.7
-3.1	-2.2	-2.1	-1.7	-0.9	-3.1	-1.8	0.8	3.3	7.9	-3.1	2.0	4.0	9.2	8.1
-4.5	-1.0	-2.3	-2.2	-0.6	-4.5	0.9	1.4	3.5	8.1	-4.5	1.7	5.3	9.8	8.6
.	.	.	.	.	1.2	3.2	2.6	6.1	10.2	1.2	2.2	5.7	10.0	8.8
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-1.3	2.7	8.1	11.8	9.1

den Nordlichterscheinungen, zu erkennen glaubte, nicht mehr nöthig sein werde, so können nach meiner Ansicht erst die von mir in Aussicht genommenen neuen Untersuchungen definitiv über ihre Berechtigung entscheiden. Immerhin glaube ich vorläufig daran erinnern zu sollen, dass ich (v. Nr. XII dieser Mittheilungen) schon im Winter 1860/61, bei dem ersten Versuche eine Formel für die Länge der Periode aufzustellen, eine ähnliche 15fache Periode, wie sie sich jetzt auf einem ganz andern Wege ergeben hat, mitwirken liess, aber dennoch ausser ihr noch eine 5fache nöthig hatte. — Zweitens ist es mir nachträglich vorgekommen, dass es zur Vervollständigung des in Nr. LVII versuchten Beweises für die Zulässigkeit des bei Auswahl der Perioden befolgten Grundprincipes zweckmässig wäre auch noch eine Zahlenreihe von ganz unzweifelhafter Periodicität in ähnlicher Weise zu behandeln, wie es damals theils mit den Reihen der Relativzahlen, theils mit den Reihen der aus einer Urne gezogenen Nummern geschah. Ich wählte dafür die den Zürcher-Beobachtungen entnommenen Temperatur-Pentaden-Mittel für 1864 bis 1881, die jedoch zur Vereinfachung auf Decaden-Mittel reducirt wurden. Herr Wolfer ordnete nach meinem Wunsche diese Letztern nach den Perioden 34, 35, 36, 37, 38 und 39, — und trug dann in die beifolgende Tafel je die erste der erhaltenen Reihen, sowie die je aus den 3, oder 6, oder 10, oder 15 ersten Reihen berechneten Mittelreihen ein. Nachher subtrahirte er von allen in der Tafel vorkommenden Zahlen das Generalmittel 8,7 der sämmtlichen zur Anwendung gekommen Decaden-Mittel, — erhielt so zu jeder Reihe der Tafel eine Reihe von  $n$  Differenzen  $v$ , und berechnete

schliesslich für jede dieser letztern Reihen nach der Formel  $m = \sqrt{\Sigma v^2 : n}$  einen Mittelwerth. Diese Mittelwerthe  $m$  sind in dem beifolgenden Täfelchen unter Beifügung der Differenz  $D$  zwischen Maximum und Minimum eingetragen:

Dec.	1	1-3	1-6	1-10	1-15
34	7,6	6,9	5,5	3,0	0,9
35	7,8	7,0	6,5	5,4	3,4
36	7,9	7,1	6,9	6,9	6,5
37	8,1	7,2	7,0	6,9	6,7
38	8,1	7,0	6,5	5,3	3,5
39	8,2	6,8	6,2	2,9	0,7
D	0,6	0,3	1,8	4,0	6,0

und es zeigt sich aus demselben auf den ersten Blick, dass zwar anfänglich eine Ausgleichung einzutreten scheint, — dann aber, wie die Anzahl der benutzten Reihen grösser wird, auch der Werth von  $D$  zunimmt, wie diess nach dem früher Gesagten geschehen muss, wenn das aufgestellte Princip richtig ist. Man wird ferner zu schliessen haben, dass zwischen 36 und 37 Decaden, und zwar etwas näher an 37 als an 36 eine Periode liegt, d. h. die benutzten Zahlen an eine Periode von etwas mehr als 365 Tagen gebunden sind, — und da nun eine Periode von  $365\frac{1}{4}$  Tagen wirklich existirt, so ist damit neuerdings und schlagend die Richtigkeit des Principes dargethan, und zugleich ein eigenthümlicher neuer Weg eröffnet, um die Jahreslänge abzuleiten. — Da zuweilen, um die Rechnung zu kürzen, anstatt  $m$  einfach  $m' = \Sigma v' : n$  gesetzt wird, wo  $v'$  die absoluten Werthe der  $v$  bezeichnet, so ersuchte ich Herrn Wolfer zur Ver-

gleichung auch noch diese Rechnung zu unternehmen, und so entstand das neue Täfelchen

Dec.	1	1-3	1-6	1-10	1-15
34	6,5	6,1	5,0	2,6	0,7
35	6,6	6,1	5,6	5,1	2,9
36	6,8	6,5	6,4	6,2	5,8
37	7,0	6,5	6,5	6,3	6,0
38	7,0	6,3	5,9	4,9	3,0
39	7,1	6,1	4,6	2,6	0,5
D'	0,4	0,4	1,9	3,7	5,5

das in der That zeigt, dass man in dieser Weise fast ebenso gut zum Ziele gelangt. Ja wenn man sogar einfach die Differenzen  $m'' = \text{Max.} - \text{Min.}$  bildet, oder die sog. Excursionen berechnet, wie diess für das Täfelchen

Dec.	1	1-3	1-6	1-10	1-15
34	29,2	22,1	17,3	9,6	3,3
35	29,2	24,9	20,6	16,0	10,9
36	29,2	26,3	20,8	19,9	19,1
37	29,2	21,5	21,8	21,2	19,9
38	29,2	19,9	20,7	16,5	11,8
39	29,2	21,2	17,9	10,9	3,2
D''	0,0	6,4	4,5	11,6	16,7

geschehen ist, so erreicht man, im Falle eine hinlängliche Zahl von Serien benutzt werden kann, das Angestrebte in noch bequemerer und fast eben so sicherer Weise, — aber immerhin scheint mir dennoch das erste Verfahren, als das rationellste, den Vorzug zu verdienen. — Mir vorbehaltend bei späterer Gelegenheit auf diese Untersuchungen zurückzukommen, breche ich für heute mit diesem Gegenstande ab, um noch einer von Herrn

Wolfer erhaltenen Mittheilung über den rothen Flecken auf Jupiter Platz geben zu können, welche wie folgt lautet:

»Der rothe Fleck auf Jupiter, der in den letzten Oppositionen zu den deutlichsten Objecten der ganzen Planetenoberfläche gehörte, hat seither an Intensität so stark abgenommen, dass seine Beobachtung gegenwärtig bereits mit Schwierigkeiten verbunden ist; ich habe deshalb im Folgenden meine bis jetzt erhaltenen Beobachtungen desselben für einmal zusammengestellt, obschon ich mir Mühe geben werde, die merkwürdige Erscheinung noch so lange als möglich zu verfolgen.

»Obgleich die unten mitgetheilte Beobachtungsreihe im Punkte der Vollständigkeit manches zu wünschen übrig lässt und also in erster Linie nur darauf Anspruch machen kann, anderweitige Reihen zu ergänzen, so habe ich dennoch versucht, an Hand derselben auf einem vom gewöhnlichen etwas abweichenden Wege wenigstens den mittlern Verlauf der Bewegung des Fleckens darzustellen, ohne hiebei auf die grössern oder geringern Schwankungen Rücksicht zu nehmen, auf die von anderer Seite mehrfach aufmerksam gemacht worden ist.

»Nach Allem, was bis jetzt bekannt ist, muss die Zeit der Entstehung des Fleckens auf die erste Hälfte von 1878 verlegt werden; in meinen Zeichnungen vom Jahre 1877 findet sich noch keine Spur desselben, dagegen hat es sich nachträglich bei Durchsicht meiner Beobachtungen von 1878 herausgestellt, dass ich ihn schon damals mehrfach gesehen, dagegen Ortsbestimmungen desselben nach jovigraphischer Länge und Breite, — 3 Breitenbestimmungen abgerechnet, — unterlassen hatte; die ersten auf Messungen beruhenden Ortsbestim-

mungen des Fleckens datiren von 1879, als derselbe bereits die charakteristische, seither fast unverändert beibehaltene elliptische Form besass. Die Beobachtungen sind ohne Ausnahme am Refractor von 0<sup>m</sup>.16 Oeffnung mit einem positiven Oculare des Fadenmikrometers von ca. 200f. Vergrösserung gemacht worden und beziehen sich einerseits auf die Messung des Abstandes des Flecken-centrums von den beiden Endpunkten der Rotationsaxe, anderseits auf die Bestimmung der Durchgangszeiten der 3 Hauptpunkte des Fleckens: Westende, Centrum und Ostende, durch eine senkrecht zur Aequatorrichtung des Planeten stehende und die scheinbare Scheibe des letztern halbirende Linie; dabei ist angenommen, dass die Rotationsaxe senkrecht zur Richtung der Streifen des Planeten stehe und habe ich hiernach jeweilen den einen Faden des Mikrometers senkrecht zu den Streifen gestellt und die Momente abgewartet, wo derselbe bei der Einstellung auf den zu beobachtenden Punkt des Fleckens zugleich die Scheibe des Planeten halbirte.

»Zur Ableitung der jovigraphischen Längen des Fleckens habe ich mich durchweg an die von Marth<sup>\*)</sup> in den Month. Not. regelmässig mitgetheilte Ephemeride gehalten; Herr Marth gibt darin von 5 zu 5 Tagen für den mittlern Mittag von Greenwich die jovigraphische Länge des wahren Centralmeridians, bezogen auf einen willkürlich gewählten ersten Meridian und gezählt in dem der Rotationsrichtung entgegengesetzten Sinne, sowie die Correction, welche dieser Länge wegen der Phase hinzuzufügen ist, um die Länge desjenigen Meridians zu erhalten,

---

<sup>\*)</sup> Ephemeris for physical observations of Jupiter. By A. Marth. Month. Not. Vol. 35 and foll.

der die scheinbare Scheibe halbirt; mit Rücksicht auf die befolgte Beobachtungsmethode, bei welcher der Durchgangsfaden im Allgemeinen keinen Meridian repräsentirt, war diese »Phasencorrection« erst durch Multiplication mit sec. der jovigr. Breite (ca.  $-23^\circ$ ) auf den Parallel des Fleckens zu reduciren. Die Lichtgleichung ist bei den Längen der Ephemeride bereits berücksichtigt, es war also jeweilen bloss die beobachtete Durchgangszeit auf M. Z. Gr. zu reduciren, für diese Epoche aus der Ephemeride die Länge des Centralmeridians zu berechnen und zu derselben der Einfluss der Phase, wie angegeben, zu addiren, um die jovigraphische Länge des beobachteten Punktes zu erhalten. Zu bemerken ist noch, dass Herr Marth seiner Ephemeride von 1881 II 28 hinweg den täglichen Rotationswinkel  $870^\circ.42$  zu Grunde gelegt hat, während die frühern Ephemeriden auf dem Werthe  $870^\circ.60$  beruhten, so dass also den jovigraphischen Längen dieser letztern, um sie mit den spätern in Einklang zu bringen, die Correction

$$+ 0^\circ.18 \text{ (1881 II 28 — } t \text{)}$$

hinzuzufügen war; ich habe die frühern Ephemeriden in diesem Sinne corrigirt und die unten gegebenen Längen beziehen sich also auf ein einheitliches System von Rotationselementen.

»Die Tabelle II enthält die sämtlichen Längenbestimmungen des Fleckes seit 1879, die aus Passagen durch den Centralmeridian abgeleitet sind. Die 3 Hauptpunkte, Westende, Centrum und Ostende sind je mit *W*, *C* und *O* bezeichnet; die 3. Columne gibt die beobachtete Durchgangszeit in M. Z. Zürich, die 4. in M. Z. Greenwich als Tagesbruch ausgedrückt, die 5. die entsprechende Länge des wahren Centralmeridians nach der Marth'schen

Ephemeride, die 6. die zugehörige, auf den Parallel des Fleckens reducirte Phasencorrection, die 7. die jovigraphische Länge  $L$  des beobachteten Punktes, die letzte endlich das Gewicht  $p$ , dessen Ansatz sich wesentlich auf den nach 4 Stufen bemessenen Ruhestand des Bildes gründete.

»Um auch für die Opposition von 1878 einige Positionen des Fleckes angeben zu können, habe ich in Ermangelung von Passagen eine Anzahl Längen der beiden Endpunkte aus den Zeichnungen abgeleitet, indem ich mit Hilfe eines auf durchsichtigem Papier gezeichneten Netzes von Meridianen die Abstände  $\lambda$  derselben vom Centralmeridian (östlich +, westlich —) bestimmte und zur jovigraphischen Länge des Letztern addirte, dabei nur solche Zeichnungen benutzend, die bei gutem Luftzustande entworfen waren und in denen der zu bestimmend Punkte nicht mehr als ca.  $30^\circ$  vom Centralmeridian abstand. In Anbetracht der nothwendigen Unsicherheit können diese für 1878 in Tab. I gegebenen Längen nur als ziemlich rohe Näherungen gelten; immerhin habe ich im Weitern auch diese Bestimmungen benutzt und nur ihre Gewichte entsprechend niedrig angesetzt, indem die Vergleichung der mittlern Fehler der Längen aus den Zeichnungen und derjenigen aus den Passagen das Verhältniss der Gewichte bei sonst gleichem Bildzustande = ca. 0,2 ergibt.



## I.

	Datum	Obj.	M. Z. Zür.	M. Z. Gr.	$\lambda$	Länge d. Centr. mer.	$L$	$p$
1878	VI 26	O	12 <sup>h</sup> 55	VI 26.515	+ 5°	12°	17°	0.2
	28	W	13 40	28.546	+10	340	350	0.2
	VII 13	W	11 5	VII 13.438	- 0	345	345	0.2
		O	12 55	13.515	-32	51	19	0.2
	18	O	11 33	18.458	-20	34	14	0.2
	IX 1	W	11 17	IX 1.447	+25	318	343	0.2
		W	7 20	7.282	-12	357	345	0.2
		O	7 53	7.305	+ 1	17	18	0.2
	28	W	8 53	28.347	+20	330	350	0.2
		O	10 20	28.407	- 5	23	18	0.2
	X 5	W	9 45	X 5.383	+15	334	349	0.2
		O	7 25	6.285	-22	40	18	0.2
	XII 10	W	4 28	XII 10.163	+10	338	348	0.2

## II.

	Datum	Obj.	Passage M. Z. Zür.	Passage M. Z. Gr.	Länge d. Centr. mer.	Phasen- Corr.	$L$	$p$
1879	VIII 12	W	11 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> .0	VIII 12.458	341.4	+0.1	341.5	0.7
		C	11 55 .0	12.473	354.7	+0.1	354.8	0.7
		O	12 22 .0	12.492	11.0	+0.1	11.1	0.7
	IX 3	W	9 17 .0	IX 3.363	331.5	0.0	331.5	0.8
		O	10 19 .0	3.406	8.9	0.0	8.9	0.8
	5	W	11 1 .0	5.435	335.4	0.0	335.4	1.0
		C	11 30 .0	5.455	352.9	0.0	352.9	1.0
		O	11 54 .0	5.472	7.5	0.0	7.4	1.0
	13	O	8 31 .0	13.331	9.0	0.0	9.0	1.0
	19	W	12 32 .0	19.499	337.8	-0.1	337.7	1.0
		C	13 0 .0	19.518	354.7	-0.1	354.6	1.0
	24	W	11 33 .3	24.458	334.7	-0.1	334.6	0.5
	X 7	W	7 19 .7	X 7.282	337.5	-0.3	337.2	0.7
		C	7 46 .7	7.301	354.1	-0.3	353.8	0.7
		O	8 12 .5	7.318	9.5	-0.3	9.2	0.7
	9	W	8 55 .7	9.348	336.5	-0.3	336.2	0.7
		C	9 22 .6	9.367	352.6	-0.3	352.3	0.7
		O	9 51 .5	9.387	10.1	-0.3	9.8	0.7
1880	IX 3	W	11 19 .7	IX 3.448	337.7	+0.2	337.9	1.0
		C	11 48 .2	3.468	354.9	+0.2	355.1	1.0
		O	12 10 .1	3.483	8.1	+0.2	8.3	1.0

	Datum	Obj.	Passage M. Z. Zür.	Passage M. Z. Gr.	Länge d. Centr.mer.	Phasen- Cerr.	$L$	$p$		
1880	IX 13	O	10 <sup>b</sup> 26 <sup>m</sup> .2	IX 13.411	10.9	+0.1	11.0	0.5		
		W	11 50 .8		22.470	337.1	+0.1	337.2	1.0	
		C	12 17 .7		22.489	353.3	+0.1	353.4	1.0	
			O	12 44 .6	22.507	9.6	+0.1	9.7	1.0	
		25	C	9 43 .9	25.382	352.0	0.0	352.0	0.8	
			O	10 14 .3	25.403	10.4	0.0	10.4	0.8	
		27	W	10 58 .6	27.434	338.3	0.0	338.3	0.5	
			C	11 31 .0	27.456	357.9	0.0	357.9	0.5	
			O	11 51 .5	27.470	10.4	0.0	10.4	0.5	
		29	W	12 32 .7	29.499	336.4	0.0	336.4	1.0	
			C	13 2 .1	29.519	354.1	0.0	354.1	1.0	
		30	O	9 21 .2	30.366	11.1	0.0	11.1	1.0	
		X 2	W	10 9 .8	X 2.400	341.6	0.0	341.6	1.0	
			C	10 36 .8		2.418	357.9	0.0	357.9	1.0
			O	10 56 .2		2.432	9.3	0.0	9.3	1.0
	1881	X 8	W	11 32 .3	X 8.457	356.0	+0.3	356.3	0.7	
			C	11 59 .7		8.476	12.5	+0.3	12.8	0.7
O			12 23 .7	8.493		27.1	+0.3	27.4	0.7	
		18	W	9 43 .7	18.382	355.9	+0.2	356.1	0.3	
			C	10 5 .2		18.397	8.9	+0.2	9.1	0.3
			O	10 33 .6		18.416	26.1	+0.2	26.3	0.3
		XI 4	C	9 10 .7	XI 4.359	15.6	0.0	15.6	0.7	
			W	11 57 .7		8.475	358.8	0.0	358.8	0.1
			9	W		7 45 .8	9.300	357.0	0.0	357.0
			C	8 12 .8	9.319	13.4	0.0	13.4	0.7	
			O	8 39 .2	9.337	29.3	0.0	29.3	0.7	
		18	W	10 7 .3	18.398	357.5	0.0	357.5	1.0	
			C	10 38 .8	18.420	16.6	0.0	16.6	1.0	
			O	11 3 .2	18.437	31.3	0.0	31.3	1.0	
		26	W	6 42 .4	26.256	357.9	0.0	357.9	0.5	
			C	7 11 .4	26.276	15.4	0.0	15.4	0.5	
			O	7 35 .3	26.292	29.9	0.0	29.9	0.5	
	XII 19	W	10 35 .3	19.417	359.9	-0.3	359.6	1.0		
		C	11 6 .2	19.439	18.6	-0.3	18.3	1.0		
		O	11 33 .3	19.458	34.9	-0.3	34.6	1.0		
1882	I 3	W	7 59 .4	I 3.309	1.7	-0.4	1.3	0.3		
			C		8 25 .8	3.328	17.6	-0.4	17.2	0.3
			O		8 52 .3	3.346	33.6	-0.4	33.2	0.3
		5	W	9 34 .0	5.375	359.6	-0.4	359.2	0.5	
			C	10 4 .0	5.396	17.7	-0.4	17.3	0.5	
			O	10 30 .0	5.414	33.5	-0.4	33.1	0.5	
		6	W	5 27 .6	6.294	1.1	-0.5	0.6	0.5	
		8	C	7 37 .7	8.294	20.4	-0.5	19.9	0.8	
			O	8 2 .1	8.311	35.2	-0.5	34.7	0.8	

	Datum	Obj.	Passage M. Z. Zür.	Passage M. Z. Gr.	Länge d. Contr.uer.	Phasen- Corr.	<i>L</i>	<i>p</i>	
1882	I 10	W	8 <sup>b</sup> 44 <sup>m</sup> .4	I 10.340	1°.4	−0.5	0.9	0.8	
		C	9 14 .4	10.361	19.6	−0.5	19.1	0.8	
		O	9 41 .2	10.380	35.8	−0.5	35.3	0.8	
	II 22	W	9 24 .4	II 22.368	7.2	−0.6	6.6	0.5	
		C	9 52 .4	22.388	24.0	−0.6	23.4	0.5	
		O	10 17 .3	22.405	39.1	−0.6	38.5	0.5	
	23	W	5 11 .6	23.193	4.6	−0.6	4.0	0.8	
		C	5 40 .1	23.212	21.8	−0.6	21.2	0.8	
		O	6 5 .0	23.230	36.9	−0.6	36.3	0.8	
	25	W	6 53 .9	25.264	6.9	−0.6	6.3	1.0	
		C	7 20 .8	25.282	23.1	−0.6	22.5	1.0	
		O	7 46 .3	25.300	38.5	−0.6	37.9	1.0	
	III 2	W	5 59 .9	III 2.226	5.2	−0.5	4.7	1.0	
		9 W	6 43 .5	9.257	2.9	−0.5	2.4	1.0	
		C	7 13 .4	9.277	20.9	−0.5	20.4	1.0	
	O	7 38 .9	9.295	36.3	−0.5	35.8	1.0		
		11 W	8 20 .6	11.324	1.9	−0.5	1.4	0.5	
			C	8 49 .0	11.344	19.1	−0.5	18.6	0.5
	O		9 15 .0	11.362	34.8	−0.5	34.3	0.5	
	14 W	5 54 .3	14.222	4.1	−0.4	3.7	1.0		
		C	6 21 .8	14.241	20.7	−0.4	20.3	1.0	
		O	6 49 .6	14.261	37.5	−0.4	37.1	1.0	
	16 W	7 35 .4	16.293	5.5	−0.4	5.1	0.5		
		C	8 1 .3	16.311	21.2	−0.4	20.8	0.5	
		IX 1 W	12 37 .4	IX 1.502	14.7	+0.6	15.3	0.5	
	C		13 12 .7	1.527	36.0	+0.6	36.6	0.5	
	O		13 38 .2	1.545	51.5	+0.6	52.1	0.5	
	X 31 W	12 8 .0	X 31.482	23.3	+0.4	23.7	1.0		
		C	12 40 .0	31.504	42.6	+0.4	43.0	1.0	
		O	13 7 .3	31.523	59.1	+0.4	59.5	1.0	
	XI 2 W	13 49 .7	XI 2.552	25.8	+0.4	26.2	0.5		
		C	14 14 .7	2.570	40.9	+0.4	41.3	0.5	
		O	14 38 .6	2.586	55.4	+0.4	55.8	0.5	
	3 W	9 35 .5	3.376	22.6	+0.4	23.0	0.3		
		C	10 4 .4	3.396	40.1	+0.4	40.5	0.3	
		O	10 30 .8	3.414	56.1	+0.4	56.5	0.3	
	XII 14 W	8 14 .5	14.320	26.5	0.0	26.5	0.8		
		C	8 43 .9	14.340	44.3	0.0	44.3	0.8	
		O	9 11 .3	14.359	60.8	0.0	60.8	0.8	
	1883	I 4	W	10 29 .5	I 4.413	29.4	−0.1	29.3	0.2
			C	10 56 .4	4.432	45.7	−0.1	45.6	0.2
			O	11 19 .3	4.448	59.6	−0.1	59.5	0.2

»Auf der folgenden Tab. III habe ich die jovigraphischen Längen für die 3 beobachteten Hauptpunkte zusammengestellt und ausserdem die Differenzen  $O-W$ ,  $C-W$  und  $O-C$  beigeschrieben, deren erste also die in Graden des Parallels ausgedrückte Längenausdehnung des Fleckens gibt.

## III.

	Epoche Greenw.	$W$	$C$	$O$	$p$	$O-W$	$C-W$	$O-C$	
1878	VI 26.5	.	.	17°	0.2				
	28.5	350	.	.	0.2				
	VII 13.4	345	.	19	0.2	34			
	18.5	.	.	14	0.2				
	IX 1.4	343	.	.	0.2				
	7.3	345	.	18	0.2	33			
	28.3	350	.	18	0.2	28			
	X 5.4	349	.	.	0.2				
	6.3	.	.	18	0.2				
	XII 10.2	348	.	.	0.2				
	1879	VIII 12.5	341.5	354.8	11.1	0.7	29.6	13.3	16.3
		IX 3.4	331.5	.	8.9	0.8	37.4		
5.4		335.8	352.9	7.4	1.0	32.0	17.5	14.5	
13.3		.	.	9.0	1.0				
19.5		337.7	354.6	.	1.0		16.9		
24.5		334.6	.	.	0.5				
X 7.3		337.2	353.8	9.2	0.7	32.0	16.6	15.4	
9.3		336.2	352.3	9.8	0.7	33.6	16.1	17.5	
1880		IX 3.4	337.9	355.1	8.3	1.0	30.4	17.2	13.2
		13.4	.	.	11.0	0.5			
	22.5	337.2	353.4	9.7	1.0	32.5	16.2	16.3	
	25.4	.	352.0	10.4	0.8			18.4	
	27.4	338.3	357.9	10.4	0.5	32.1	19.6	12.5	
	29.5	336.4	354.1	11.1	1.0	34.7	17.7	17.0	
	X 2.4	341.6	357.9	9.3	1.0	27.7	16.3	11.4	
1881	X 8.5	356.3	12.8	27.4	0.7	31.1	16.5	14.6	
	18.4	356.1	9.1	26.3	0.3	30.2	13.0	17.2	
	IX 4.4	.	15.6	.	0.7				
	8.5	358.8	.	.	0.1				
	9.3	357.0	13.4	29.3	0.7	32.3	16.4	15.9	
	18.4	357.5	16.6	31.3	1.0	33.8	19.1	14.7	
	26.3	357.9	15.4	29.9	0.5	32.0	17.5	14.5	
	XII 19.4	359.6	18.3	34.6	1.0	35.0	18.7	16.3	

	Epoche Greenw.	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>O</i>	<i>p</i>	<i>O-W</i>	<i>C-W</i>	<i>O-C</i>
1882	I 3.3	1.3	17.2	33° 2	0.3	31.9	15.9	16.0
	5.4	359.2	17.3	33.1	0.5	33.9	18.1	15.8
	6.2	0.6	.	.	0.5			
	8.3	.	19.9	34.7	0.8			14.8
	10.4	0.9	19.1	35.3	0.8	34.4	18.2	16.2
	II 22.4	6.6	23.4	38.5	0.5	31.9	16.8	15.1
	23.2	4.0	21.2	36.3	0.8	32.3	17.2	15.1
	25.3	6.3	22.5	37.9	1.0	31.6	16.2	15.4
	III 2.2	4.7	.	.	1.0			
	9.3	2.4	20.4	35.8	1.0	33.4	18.0	15.4
	11.3	1.4	18.6	34.3	0.5	32.9	17.2	15.7
	14.2	3.7	20.3	37.1	1.0	33.4	16.6	16.8
	16.3	5.1	20.8	.	0.5		15.7	
	IX 1.5	15.3	36.6	52.1	0.5	36.8	21.3	15.5
	X 31.5	23.7	43.0	59.5	1.0	35.8	19.3	16.5
	XI 2.6	26.2	41.3	55.8	0.5	29.6	15.1	14.5
	3.4	23.0	40.5	56.5	0.3	33.5	17.5	16.0
	XII 14.3	26.5	44.3	60.8	0.8	34.3	17.8	16.5
1883	I 4.4	29.3	45.6	59.5	0.2	30.2	16.3	13.9
					Mittel	32° 8	17.2	15.5
					<i>v</i>	± 1.8	± 1.3	± 1.3
					<i>f</i>	± 0.3	± 0.3	± 0.3

Aus den Differenzen *O—W* ergibt sich unter Berücksichtigung der Gewichte das Mittel  $32^{\circ} 8 \pm 0.3$  für die Längenausdehnung des Fleckes und als mittlerer Fehler einer einzelnen Bestimmung  $\pm 1^{\circ} 8$ , Werthe, die mit den entsprechenden von Lohse\*) nahe übereinkommen. Obschon die Untersuchungen von Schmidt\*\*) und Lohse sowohl periodische als fortschreitende Aenderungen der Längenausdehnung wahrscheinlich gemacht haben und eine schwache Zunahme derselben in den obigen Zahlen angedeutet scheint, so glaubte ich doch, für den ganzen Zeit-

\*) Publ. d. astrophys. Obs. zu Potsdam. Nr. 9.

\*\*) Astr. Nachr. 2342.

raum eine constante Länge, soweit sie im Folgenden in Betracht kommt, annehmen zu dürfen.

»Vergleicht man ferner die Mittelwerthe der Differenzen  $C-W$  und  $O-C$ , so zeigt sich, dass dieselben um  $1^{\circ}.7$  von einander abweichen, einen Betrag, der die beiderseitigen Fehlergrenzen ( $\pm 0^{\circ}.3$ ) weit übersteigt; es scheint hiernach, dass ich bei den Passagen die Mitte des Fleckes durchschnittlich etwas zu spät beobachtet habe, wenn man die den Endpunkten entsprechenden Zeiten als richtig aufgefasst annimmt, ein Umstand, der zu berücksichtigen ist, wenn aus den jovigraphischen Längen der Endpunkte die Längen desjenigen Punktes abgeleitet werden wollen, den ich als Mittelpunkt beobachtet habe; ein constanter Beobachtungsfehler ist in der That bei der Beobachtung des Mittelpunktes, wo es sich um die Halbierung eines Objectes von relativ bedeutender Längenausdehnung handelt, nicht unwahrscheinlich.

»Unter Berücksichtigung der vorigen Bemerkungen habe ich in Tab. IV die sämmtlichen Beobachtungen der Endpunkte auf die Mitte reducirt, je die Mittelwerthe und deren Gewichte\*) gebildet und so die folgende Reihe jovigraphischer Längen  $L$  des Fleckenmittelpunktes erhalten.

## IV.

Datum	$L$	$p$	$L'$	$v$	Datum	$L$	$p$	$L'$	$v$
<b>1878</b>					<b>1878</b>				
VI 26.5	$1^{\circ}.5$	0.1	$5^{\circ}.1$	$-3^{\circ}.6$	IX 7.3	$2^{\circ}.4$	0.2	$2^{\circ}.6$	$-0^{\circ}.2$
28.5	$7^{\circ}.2$	0.1	$5^{\circ}.0$	$+2^{\circ}.2$	28.3	$4^{\circ}.9$	0.2	$1^{\circ}.9$	$+3^{\circ}.0$
VII 13.4	$3^{\circ}.0$	0.2	$4^{\circ}.5$	$-1^{\circ}.5$	X 5.4	$6^{\circ}.2$	0.1	$1^{\circ}.8$	$+4^{\circ}.4$
18.5	$358^{\circ}.5$	0.1	$4^{\circ}.3$	$-5^{\circ}.8$	6.3	$2^{\circ}.5$	0.1	$1^{\circ}.8$	$+0^{\circ}.7$
IX 1.4	$0^{\circ}.2$	0.1	$2^{\circ}.8$	$-2^{\circ}.6$	XII 10.2	$5^{\circ}.2$	0.1	$359^{\circ}.7$	$+5^{\circ}.5$

\*) Das Gewicht eines solchen Mittelwerthes ist hiebei = 1 gesetzt worden, wenn derselbe aus den Längen der 3 Hauptpunkte  $W$ ,  $C$  und  $O$ , deren jede das Gewicht 1 hatte, abgeleitet ist.

Datum	$L$	$p$	$L'$	$v$	Datum	$L$	$p$	$L'$	$v$
<b>1879</b>					<b>1882</b>				
VIII 12.5	356 <sup>o</sup> .4	0.7	354 <sup>o</sup> .1	+2 <sup>o</sup> .3	I 3.3	17 <sup>o</sup> .8	0.3	18 <sup>o</sup> .0	-0 <sup>o</sup> .2
IX 3.4	351.1	0.5	353.6	-2.5	5.4	17.1	0.5	18.3	-1.2
5.4	352.5	1.0	353.6	-1.1	6.2	17.8	0.2	18.4	-0.6
13.3	353.5	0.3	353.5	0.0	8.3	19.6	0.5	18.4	+1.2
19.5	354.8	0.7	353.4	+1.4	10.4	19.0	0.8	18.6	+0.4
24.5	351.8	0.2	353.2	-1.4	II 22.4	23.4	0.5	21.5	+1.9
X 7.3	354.0	0.7	353.0	+1.0	23.2	21.1	0.8	21.5	-0.4
9.3	353.3	0.7	353.0	+0.3	25.3	22.8	1.0	21.6	+1.2
<b>1880</b>					III 2.2	21.9	0.3	21.8	+0.1
IX 3.4	354.3	1.0	354.5	-0.2	9.3	20.1	1.0	22.2	-2.1
13.4	355.5	0.2	354.8	+0.7	11.3	18.7	0.5	22.4	-3.7
22.5	354.0	1.0	355.0	-1.0	14.2	20.9	1.0	22.5	-1.6
25.4	353.5	0.5	355.2	-1.7	16.3	21.6	0.3	22.8	-1.2
27.4	356.1	0.5	355.2	+0.9	IX 1.5	35.2	0.5	35.7	-0.5
29.5	354.4	1.0	355.3	-0.9	X 31.5	42.6	1.0	41.0	+1.6
X 2.4	356.8	1.0	355.4	+1.4	XI 2.6	41.7	0.5	41.1	+0.6
<b>1881</b>					3.4	40.6	0.3	41.1	-0.5
X 8.5	12.7	0.7	12.8	-0.1	XII 14.3	44.4	0.8	44.8	-0.4
18.4	11.1	0.3	13.5	-2.4	<b>1883</b>				
XI 4.4	15.6	0.2	14.3	+1.3	I 4.4	45.4	0.2	46.7	-1.3
8.5	16.0	0.1	14.6	+1.4					
9.3	13.8	0.7	14.7	-0.9					
18.4	15.7	1.0	15.2	+0.5					
26.3	15.0	0.5	15.8	-0.8					
XII 19.4	18.1	1.0	17.1	+1.0					

»Es geht aus den Zahlen  $L$  sofort hervor, dass dieselben nicht durch einen constanten Rotationswinkel dargestellt werden können, weil der Betrag der Aenderung der jovigraphischen Länge für ein bestimmtes Zeitintervall zu verschiedenen Zeiten ein verschiedener ist, immerhin ist der mittlere Verlauf der Bewegung des Fleckens ein ganz regelmässiger und diese Regelmässigkeit tritt am deutlichsten hervor, wenn man von der Bestimmung mittlerer Werthe des Rotationswinkels, z. B. für die einzelnen Oppositionen, ganz absieht und statt dessen die jovigraphischen Längen durch eine Curve, mit der Zeit als Abs-

zisse darstellt, wie es in der beifolgenden Tafel geschehen ist\*). Mit Rücksicht auf die grossen Lücken, welche die mitgetheilte Beobachtungsreihe aufweist, habe ich mich begnügt, die Curve so zu ziehen, dass sie bei möglichst regelmässigem Verlaufe sich der Gesamtheit der Werthe von  $L$  am besten anschliesst, wobei die Gewichte der Letztern so gut als es bei dieser Darstellungsweise möglich ist, berücksichtigt sind; man kann vielleicht mit Grund einwenden, dass der Theil der Curve von 1878 bis 1879 auf etwas unsichern Daten beruht; indessen tritt doch die Abnahme der Länge in der Zeit von der ersten bis zur zweiten Opposition deutlich genug hervor, um den durch die Curve angegebenen Verlauf wahrscheinlich zu machen.

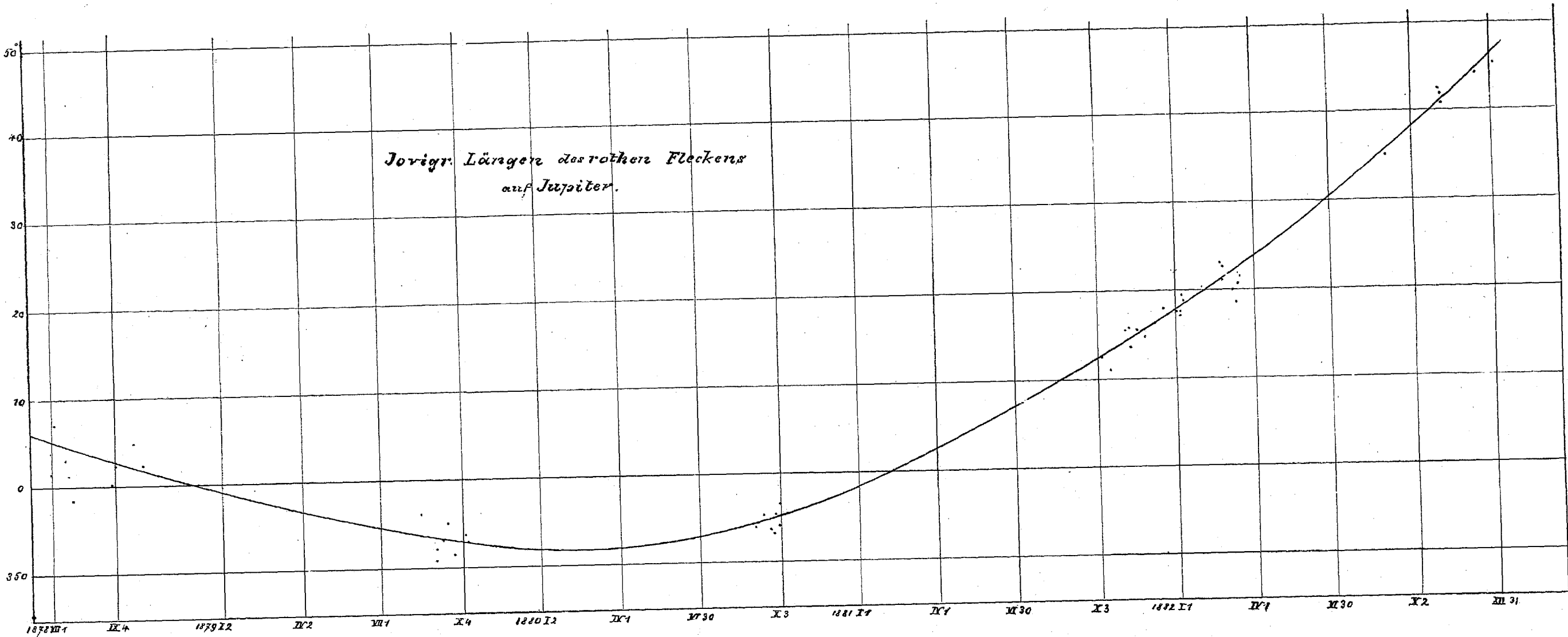
»Hiernach hat die Länge des Fleckes von Mitte 1878 bis ca. 1880 III abgenommen, die Rotation also mit einem grössern täglichen Rotationswinkel als dem von Marth angenommenen stattgefunden, von 1880 III bis jetzt ist dagegen die Länge gewachsen, der Rotationswinkel also kleiner als der Marth'sche Werth gewesen. Der Gang in der Abnahme des Rotationswinkels zeigt sich in deutlicher Weise, wenn man aus der Curve die Längen des Fleckes, beispielsweise für halbjährige Intervalle entnimmt und die entsprechenden Rotationswinkel  $\xi$  ermittelt, indem man aus der Aenderung der Länge die mittlere tägliche Eigenbewegung in Bezug auf den Marth'schen Rotationswinkel berechnet und zu letztern hinzufügt. Es ergeben sich so die folgenden Werthe von  $\xi$ , denen ich noch die entsprechenden Rotationszeiten  $T$  hinzugefügt habe:

---

\*) Ich mache mir ein Vergnügen daraus, der Abhandlung von Herrn Wolfer Vervielfältigungen seiner Tafel beizulegen. (R. Wolf.)



*Jovigr. Längere des rothen Fleckens  
auf Jupiter.*



			<i>L</i>	$\xi$	<i>T</i>
1878	VII	1	4°.9	870°.45	9 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 33.2
1879	I	1	359.0	870.44	33.6
	VII	1	354.8	870.43	34.0
1880	I	1	352.0	870.41	34.6
	VII	1	353.1	870.39	35.6
1881	I	1	358.5	870.37	36.5
	VII	1	7.2	870.36	36.8
1882	I	1	18.0	870.35	37.2
	VII	1	30.4	870.33	37.9
1883	I	1	46.5		

der tägliche Rotationswinkel des Fleckes hat sonach von Mitte 1878 bis jetzt um ca.  $0^\circ.12$  abgenommen und entsprechend ist die Rotationszeit um ca.  $5^s$  gewachsen; für die allfälligen Versuche zur Erklärung der Bewegungsänderung ist der Umstand besonderer Berücksichtigung werth, dass diese Abnahme des Rotationswinkels in nahe der Zeit proportionaler Weise stattgefunden hat.

»In Anbetracht des eingeschlagenen Weges kann es sich um Angaben über die Zuverlässigkeit der zu Grunde gelegten jovigraphischen Längen nur in soweit handeln, als die Vergleichung der beobachteten Werthe mit den entsprechenden der Curve ein betreffendes Urtheil gestattet; die folgenden Angaben sind also nur als ungefähre zu betrachten, namentlich auch desshalb, weil bei der ganzen Untersuchung nur der mittlere Verlauf der Erscheinung berücksichtigt worden ist. Die Tab. IV enthält die aus der Curve entnommenen Längen  $L'$ , sowie die Abweichungen  $v$  derselben von den beobachteten  $L$ . Für die aus den Zeichnungen erhaltenen Längen von 1878 ergibt sich hiernach der dem Gewicht 1 entsprechende mittlere Fehler einer aus den beiden Endpunkten abgeleiteten Länge des Centrums zu  $\pm 1^\circ.1$ , also der m. F.

der Länge eines der beiden Endpunkte zu  $\pm 1^{\circ}.5$  und der dem Durchschnittsgewichte 0.2 entsprechende gleich  $\pm 3^{\circ}.4$ . Für die aus den Passagen berechneten Längen wird der m. F. einer aus den Passagen der 3 Hauptpunkte abgeleiteten Länge des Centrums  $\pm 1^{\circ}.0$  ( $p = 1$ ) und der m. F. einer einzelnen Passage von Gewicht 1 gleich  $\pm 1^{\circ}.7$  oder in Zeit  $\pm 3^m$ . Die Vergleichung der beiden Werthe  $\pm 1^{\circ}.7$  und  $\pm 3^{\circ}.4$  zeigt, dass bei der Gewichtsansetzung für die Längen von 1878 so ziemlich das Richtige getroffen ist, indem das Verhältniss der Gewichte einer Länge aus den Zeichnungen und einer solchen aus einer Passage vom Gewicht 1 gleich  $\frac{1}{5}$  gesetzt wurde.

»Die zum Schlusse folgenden Bestimmungen der jovi-graphischen Breite des Fleckens gründen sich auf die Messung seiner Abstände  $a$  und  $b$  vom Süd- und Nordpol des Planeten, wobei angenommen ist, dass die Streifen des letztern die Richtung seines Aequators angeben. Die Messung jedes der beiden Abstände beruht auf je 5 einzelnen Einstellungen; von Gewichtsangaben ist abgesehen, da ich die Messungen immer nur bei ruhigen Bildern ausgeführt habe. Die Tab. V enthält die Distanzen  $a$  und  $b$  in Trommeltheilen ausgedrückt, deren Werth  $= 0''.2144$  beträgt. Die Phase im Polardurchmesser ist bei der Reduction vernachlässigt, ebenso die kleine Aenderung desselben, die von der schiefen Stellung der Rotationsaxe zum Visionsradius herkommt; dagegen ist die Erhebung der Erde über den Jupiteräquator dadurch berücksichtigt, dass zu der nach

$$\sin \varphi' = \frac{a - b}{a + b}$$

sich ergebenden Breite des Fleckens die in der Marth'schen Ephemeride enthaltene »Jovigraphische Breite der

Erde« addirt wurde und ebenso ist die Correction wegen der Abplattung angebracht, welche die jovigraphische Breite in jovicentrische verwandelt; dieselbe beträgt für die Abplattung  $\alpha = 0.0637$  und die jovigraphische Breite des Fleckens ( $\varphi' = -23^\circ$ )  $1^\circ.3$ , um welche der absolute Betrag der Breite zu vermindern ist.

## V.

	Datum	$a$	$b$	$\varphi'$	Jovigraph. Breite der Erde	$\Delta\varphi$	$\varphi$	$v$
1878	VI 28	72 <sup>p</sup> .6	157 <sup>p</sup> .5	-21 <sup>o</sup> .7	-0 <sup>o</sup> .5	+1 <sup>o</sup> .3	-20.9	-0.4
	VII 13	64.8	153.9	-24.0	-0.5		-23.2	+1.2
	X 20	56.0	124.7	-22.3	-0.6		-21.6	+0.3
1879	VII 24	63.6	148.5	-23.6	+1.5		-20.8	-0.5
	VIII 12	65.5	151.1	-23.3	+1.5		-20.5	-0.8
	IX 3	67.4	151.8	-22.6	+1.5		-19.8	-1.5
		5	62.6	153.2	-24.8	+1.5		-22.0
	13	64.2	153.7	-24.2	+1.4		-21.5	+0.2
	19	62.6	155.1	-25.1	+1.4		-22.4	+1.1
	X 7	63.1	150.4	-24.1	+1.3		-21.5	+0.2
		9	63.1	146.6	-23.5	+1.3		-20.9
	1880	IX 3	67.3	164.4	-24.8	+3.0		-20.5
22		64.4	161.4	-25.4	+3.0		-21.1	-0.2
25		64.7	164.1	-25.8	+3.0		-21.5	+0.2
27		64.4	162.4	-25.6	+3.0		-21.3	0.0
29		65.9	156.8	-24.1	+3.0		-19.8	-1.5
X 2		61.7	157.6	-25.9	+3.0		-21.6	+0.3
		60.1	159.2	-26.9	+3.0		-22.6	+1.3
„		61.2	158.1	-26.2	+3.0		-21.9	+0.6
1881	X 8	56.2	145.8	-27.6	+3.3		-23.0	+1.7
	18	62.7	158.0	-25.6	+3.3		-21.0	-0.3
	XI 14	62.6	158.7	-25.7	+3.3		-21.1	-0.2
		18	55.2	150.2	-27.5	+3.3		-22.9
	XII 19	60.7	146.4	-24.4	+3.1		-20.0	-1.3
		57.8	148.7	-26.1	+3.1		-21.7	+0.4
	„	60.5	148.9	-25.0	+3.1		-20.6	-0.7
1882	I 8	51.5	135.8	-26.7	+3.0		-22.4	+1.1
	„	51.7	134.7	-26.4	+3.0		-22.1	+0.8

	Datum	$a$	$b$	$\varphi'$	Jovigraph. Breite der Erde	$\Delta\varphi$	$\varphi$	$v$
1882	II 23	46 <sup>p</sup> .9	117 <sup>p</sup> .4	-25 <sup>o</sup> .4	+2. <sup>o</sup> 9		-21.2	-0.1
	25	50.2	118.4	-27.0	+2.9		-22.8	+1.5
	"	49.6	119.7	-24.5	+2.9		-20.3	-1.0
	III 9	48.0	114.5	-24.2	+2.8		-20.1	-1.2
	14	43.0	112.6	-26.6	+2.8		-22.5	+1.2
	"	47.1	113.1	-24.3	+2.8		-20.0	-1.3
	X 31	57.7	139.8	-24.6	+2.4		-20.9	-0.4
	XII 14	66.2	151.5	-23.1	+2.4	+1 <sup>o</sup> .3	-19.4	-1.9
							-21.3	+1.0
							$\pm 0.2$	

»Eine irgendwie ausgesprochene systematische Aenderung der Breite  $\varphi$  ist aus den obigen Zahlen, abgesehen von allfälligen kleinen periodischen Schwankungen, die sich aus der Reihe nicht constatiren lassen, nicht zu ersehen. Der mittlere Werth der Breite ergibt sich zu  $-21^{\circ}.3$  und die übrig bleibenden Abweichungen  $v$  der einzelnen Bestimmungen vom Mittel liefern als mittlern Fehler einer solchen  $\pm 1^{\circ}.0$ , ein Betrag der vollständig durch die Unsicherheit der Messungen selbst erklärt werden kann; Ortsveränderungen des Fleckens in meridionaler Richtung scheinen also hiernach nicht stattgefunden zu haben.

»Ich werde bei späterer Gelegenheit auf denjenigen Theil meiner Beobachtungen zurückkommen, der sich auf die äussere Erscheinung des Fleckes und besonders seiner Umgebung bezieht; dass der Fleck nicht wirklich im Verschwinden begriffen, sondern nur, entsprechend der Ansicht von Lohse, durch darüber lagernde anderweitige Gebilde schwerer sichtbar gemacht ist, wird namentlich durch die scharfe Einbiegung im Südrande der Aequatorialzone wahrscheinlich gemacht, die sich den Conturen des

Fleckes fast genau anpasst und gerade gegenwärtig in auffallender Weise hervortritt.«

Zum Schlusse lasse ich noch eine kleine Fortsetzung des in Nr. 29 begonnenen, dann wiederholt und zuletzt noch in Nr. 56 fortgesetzten Verzeichnisses der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher Sternwarte folgen:

268) Filarmikrometer von Horner. — Aus dessen Nachlass erhalten.

Dasselbe ist in dem Briefe von Horner an Repsold von 1822 III 13 (v. Nr. 179 meiner Notizen zur schweizer. Culturgeschichte im Jahrg. 14 der Viertelj.) beschrieben und abgebildet; doch mag noch folgendes beigefügt werden: Ausser drei festen Parallelfaden besitzt dieses Mikrometer zwei dazu senkrechte bewegliche Faden, — und für jeden dieser Letztern eine die vollen Umdrehungen der Mikrometerschrauben zählende Scale, während die Hundertstels-Umdrehungen durch einen Index an einer mit der Mikrometerschraube verbundenen Scheibe angegeben werden. Ausserdem ist ein Ocularschlitten da, — und ein in ganze Grade getheilter Positionskreis, an welchem ein 2' gebender Vernier spielt.

269) Portrait von Plantamour. — Geschenk von seiner Wittwe.

Eine sehr gut gelungene Photographie in Cabinet-Format, welche zur Zeit Raffaello Ferretti in Neapel aufgenommen hatte. Es sollen nach einem zweiten Exemplare derselben, als Beigabe zu der von mir für die Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft gelieferten Biographie Plantamour's, Lichtbilder angefertigt werden.

270) Firmatafel von Hurter und Haas in London. — Geschenk durch Herrn Justizrath Heinrich von Hurter in Elberfeld.

Vergleiche für dieselbe pag. 145 meiner „Geschichte der Vermessungen in der Schweiz“.

271) Abbildungen des Kometen 1862 III. — Geschenk von dem seither verstorbenen Professor Gottfried Schweizer in Moskau.

Mein sel. Freund Gottfried Schweizer beobachtete den von Tuttle zu Cambridge U. S. 1862 VII 18 entdeckten, zuerst als 1862 II, später definitiv als 1862 III bezeichneten Kometen vom 15. August bis zum 9. September, und verfolgte namentlich die successiven Umbildungen seines Kopfes und Schweifes theils an dem Kometensucher, theils an dem Refractor der Moskauer Sternwarte. Er publicirte die gemachten Aufzeichnungen in seiner Note „Beobachtungen des Kometen II 1862. Moskau 1863 in 8 (Bulletin de Moscou 1863)“, und gab ihr zwei Tafeln bei, welche 28 der erhaltenen Zeichnungen vorführen. Die 25 ersten Zeichnungen stellen den Kometen dar, wie er ihm successive (bei Anwendung verschiedener Vergrößerungen) erschien, und zwar wurden erhalten

Nr. 1	an VIII 7	Nr. 10,11	an VIII 21	Nr. 20	an VIII 31
- 2	- 8	- 12,13	- 22	- 21	IX 2
- 3,4	- 15	- 14	- 23	- 22	- 4
- 5,6	- 18	- 15,16	- 24	- 23	- 7
- 7	- 19	- 17,18	- 26	- 24	- 8
- 8,9	- 20	- 19	- 27	- 25	- 9

Als Beigabe fügte er noch unter Nr. 26—28 bei, wie ihm der Komet VIII 5, 18 und 26 im Sucher erschienen war.

272) Darstellung des Laufes des Kometen 1874 III. — Geschenk von Prof. Wolf.

Eine von dem sel. Professor Heis in Münster versuchte graphische Darstellung des scheinbaren Laufes dieses von Coggia entdeckten Kometen und seiner Schweifverhältnisse.

273) Abbildungen einiger der ersten Luftballons. — Geschenk von Prof. Wolf.

Vier Tafeln, welche die von Montgolfier, Charles und Robert 1783 und 1784 construirten, in Paris und Lyon mit Personen aufgestiegenen Ballons darstellen.

274) Abbildungen der totalen Sonnenfinsterniss von 1868 VIII 18. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Die vorliegende Abbildung der namentlich in Indien sichtbaren totalen Sonnenfinsterniss von 1868 VIII 18, welche für uns dadurch, dass sie Janssen (unabhängig von Lockyer) zu seiner grossen Entdeckung über die fortwährende Sichtbarkeit der Protuberanzen mit Hilfe des Spektroskopes führte, zu einer der folgereichsten Erscheinungen der neuern Zeit geworden ist, besitzt die Aufschrift: „Eclisse del 18 Agosto 1868. Osserv<sup>o</sup> a Mantawala-Kekée dai Padri d. C. d. G. prof.<sup>ri</sup> a Manila“, und ist namentlich auch wegen sorgfältigen Abbildungen der Corona von Werth.

275) »Cercle à calcul« von A. Boucher in Havre. — Angekauft.

Der „Cercle à calcul“ von Boucher in Havre ist eine ganz nette Abart des logarithmischen Rechenstabes, in Form und Grösse mit einer gewöhnlichen Taschenuhr übereinstimmend. Ein vorderes Zifferblatt zeigt die gewöhnlichen zwei Theilungen: Ein äusserer Kreis ist in 10 gleiche Theile (0—10) getheilt, deren jeder wieder in 10 Theile und deren Hälften zerfällt, und kann somit eine 2 bis 3stellige Logarithmentafel darstellen, — während ein innerer Kreis so getheilt und numerirt ist, dass seine Zahlen  $N$  (1—10 mit Unterabtheilungen) die Numeri der auf dem äussern Kreise neben ihnen stehenden Logarithmen  $L$  sind; etwas vor  $N=3,15$  ist ein mit  $\pi$  bezeichneter Strich zu Gunsten der Kreisrechnung angebracht. Ein hinteres Zifferblatt trägt auf einem äussern Kreise eine Sinus-Scale  $S$ , und auf einer innern Spirale eine Tangenten-Scale  $T$ . Letzteres Zifferblatt sitzt fest, während Ersteres, abgesehen von seinem Deckglase, welches einen Index  $I$  zeigt, — und ebenso eine durch das Centrum gehende Axe, die für jedes Zifferblatt einen Zeiger  $Z$  trägt, je durch eine Crémaillère drehbar ist. — Stellt man  $N=1$  unter  $I$ , und  $Z$  auf  $N=a = Si \varphi = Tg \psi$ , so weist  $Z$  zugleich am vordern Zifferblatt auf  $L = Lg a = Lsi \varphi = Ltg \psi$ , am hintern Zifferblatt aber auf  $S = \varphi = Asi a$  und  $T = \psi = Atg a$ , und man kann somit bei dieser Normalstellung des vordern Zifferblattes, sozusagen je auf einen Blick, ange-



nähert alle Aufschlagungen machen, welche eine gewöhnliche logarithmisch-trigonometrische Tafel zu machen erlaubt. Lässt man  $Z$  stehen und stellt dagegen  $N = b$  unter  $I$ , so entspricht nunmehr  $Z$  von selbst  $b$ .  $a = b$ .  $Si \varphi = b$ .  $Tg \psi$ , — man hat also eine Multiplication ausgeführt. Stellt man schon anfänglich  $N = b$  unter  $I$ , sodann  $Z$  auf  $N = a$ , und stellt schliesslich die Normalstellung her, so steht  $Z$  bei  $N = \frac{a}{b}$ , — man hat also eine Division gemacht. Stellt man, anstatt letztere Normalstellung zu bewerkstelligen,  $N = c$  unter  $I$ , so steht nunmehr  $Z$  bei  $N = \frac{a}{b} \cdot c$ , — man hat somit einen Dreisatz absolvirt. Hat man durch vorheriges Aufschlagen  $a = Si B$  gemacht, und schlägt am Schlusse zu dem gefundenen  $N = Si C$  den Winkel auf, so hat man die trigonometrische Aufgabe gelöst, einen Dreieckswinkel aus einem andern Dreieckswinkel und den beiden Gegenseiten zu berechnen. Schlägt man den Logarithmus einer gegebenen Zahl auf, multiplicirt oder dividirt ihn durch 2, 3, 4 . . ., und schlägt zu dem Ergebnisse die Zahl auf, so hat man die gegebene Zahl zur 2, 3, 4 . . . Potenz erhoben, oder die 2, 3, 4 . . . Wurzel aus ihr gezogen. Etc. etc. — Wenn ich auch selbst vorziehe, solche Aufgaben mit Hülfe gewöhnlicher kleiner Tafeln, wie sie z. B. in meinem Handbuche vorhanden sind, zu lösen, so kann ich dennoch den von Boucher in seinem Instrumentchen niedergelegten Gedanken meine Anerkennung nicht versagen.

276) Maximum- und Minimum-Thermometer. — Geschenkt vom evang. Seminar in Unterstrass.

Offenbar ein englisches Fabrikat nach der Construction von Rutherford. Beide Thermometer haben Scalen nach Réaumur und Fahrenheit.

---