

Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen
Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München

1928. Heft I

Januar- bis März-sitzung

München 1928

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des Verlags R. Oldenbourg München



Das normale luftelektrische Potentialgefälle in München 1906—1925.

Von C. W. Lutz.

Mit 2 Textfiguren.

Vorgelegt von A. Wilkens in der Sitzung am 14. Januar 1928.

Die luftelektrische Beobachtungsstelle der Erdphysikalischen Warte bei der Sternwarte in München verdankt ihre Errichtung und ihren Fortbestand der Anregung und den wiederholten Zuwendungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Neben anderen luftelektrischen Untersuchungen wurden auch die Aufzeichnungen des Potentialgefälles während der ersten 5 Jahre (1905,5—1910,5) in den Sitzungsberichten der genannten Akademie veröffentlicht (Sitz.-Ber. d. Bay. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Kl. 1911, S. 305). Hier finden sich auch ausführliche Angaben über die Einrichtung der Warte und über das Verfahren, das bei der Auswertung der Aufzeichnungen angewendet wird.

Wesentliches wurde an der Apparatur nicht geändert. Nur die Tragvorrichtung des Polonium-Kollektors mußte verbessert werden. An Stelle der schadhaft gewordenen Bambusstange kam ein gezogenes schwarz emailliertes Aluminiumrohr von 30 mm Außendurchmesser und 1 mm Wandstärke; an Stelle der Hartgummiträger kräftige Zylinder aus echtem Bernstein, die zum Zwecke des Staubschutzes ähnlich wie früher eingekapselt sind. Die Lage der Potentialsonde im Raum ist dabei die gleiche geblieben. Die neue Vorrichtung hat sich in nunmehr 16jährigem Betrieb vorzüglich bewährt.

Der Kollektor wurde vierteljährlich nach dem Verfahren von E. Paneth¹⁾ neu polonisiert²⁾. Seine praktische Ladungsdauer beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Min.

¹⁾ St. Meyer u. E. Schweidler, Radioaktivität. 2. Aufl., Leipzig 1927, S. 449.

²⁾ Die zum Polonisieren nötige Radiobleinitratlösung verdanke ich Herrn Prof. K. Fajans.

Der Reduktionsfaktor wurde alle 2 bis 3 Jahre an mehreren heiteren Tagen durch längere Messungsreihen auf einer Wiese ca. 300 m nordöstlich der Sternwarte bestimmt. Hierzu dienten bis zum Jahre 1920 zwei Flammenkollektoren in der früher beschriebenen Anordnung. Nachdem aber ausgedehnte Vergleichsmessungen im freien Felde¹⁾ erwiesen hatten, daß der bequemer zu handhabende Hoffmannsche Wasserkollektor mit Bodenisolator ebenso genaue Messungen ermöglicht, wurde nur mehr dieser Apparat in Verbindung mit dem einfachen Saitenelektrometer verwendet. Der Reduktionsfaktor beträgt 1.14, d. h., die vom Benndorfschen selbstregistrierenden Elektrometer jeweils angezeigte Spannung gegen Erde in Volt ist mit 1.14 zu multiplizieren, um das gleichzeitig in der freien Ebene bestehende Potentialgefälle in Volt/m zu erhalten.

Die Auswertung der Aufzeichnungen geschah in der bereits früher beschriebenen Weise nach dem Verfahren von Ad. Schmidt mit dem von mir angegebenen Ableseinstrument. Um den Verlauf des vor allem wichtigen normalen luftelektrischen Potentialgefälles zu erhalten, wurden wiederum nur die Aufzeichnungen an heiteren und auch elektrisch ungestörten Tagen herangezogen.

Tabelle 1 (S. 22—29) gibt die Monatsmittel des täglichen Ganges an heiteren Tagen, dargestellt durch Stundenmittelwerte in Volt/m, bezogen auf mittlere Münchner Ortszeit sowie den jährlichen Gang für die einzelnen noch nicht veröffentlichten Beobachtungsjahre 1910—1925.

Tabelle 2 (S. 30) gibt den mittleren täglichen und jährlichen Gang für die gesamte 20jährige Beobachtungszeit 1906—1925, wiederum nach Stundenmittelwerten.

Diese Stundenmittel gelten nun strenggenommen für keinen bestimmten Zeitpunkt. Sie sind daher weder zur graphischen Darstellung noch zur harmonischen Analyse, die beide Augenblickswerte verlangen, geeignet. Mit dem von Ad. Schmidt²⁾ angegebenen Interpolationsverfahren lassen sich einfach und doch hinreichend genau aus den Stundenmitteln die zu den vollen Stunden

¹⁾ C. W. Lutz, Zeitschrift für angewandte Geophysik, **1**, 218, 1923.

²⁾ Ad. Schmidt, *Ergeb. d. magnet. Beob. in Potsdam i. J. 1905*, Berlin 1908, S. 40. Dieselben i. J. 1911, Berlin 1912, S. 39. *Terr. Magnet. and Atmosph. Elektr.* **25**, 139, 1920.

geltenden Augenblickswerte berechnen. Diese stündlichen Werte, die in Tabelle 3 (S. 31) zusammengestellt sind, wurden zur graphischen Darstellung des täglichen Ganges (Abb. 2) verwendet und der harmonischen Analyse (Tab. 6, S. 35) unterworfen.

Abgesehen von der geringfügigen Ausgleichung, die mit dem Schmidtschen Interpolationsverfahren verbunden ist, geschah keine weitere Glättung der Zahlenwerte, um nicht Besonderheiten zu verwischen und die Amplituden nicht zu verkleinern.

Jahresmittel. Der 20 jährige Mittelwert des Potentialgefälles in München ist 179 Volt/m. Im Sommer (April bis September) beträgt das Gefälle 133 Volt/m, im Winter (Oktober bis März) 225 Volt/m. (Tab. 2, S. 30).

In Tabelle 4 sind die Jahresmittel von 1906—1925 zusammengestellt, die, wie an anderen Orten, nicht unbeträchtliche Schwankungen zeigen, ohne daß aber ein deutlicher Gang darin hervorträte.

Jahresmittel 1906—1925

Tabelle 4. in Volt/m und Sonnenflecken-Relativzahlen.

Jahr	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915
dV/dh	166	170	178	173	182	163	171	172	157	156
S. R. Z.	53,8	62,0	48,5	43,9	18,6	5,7	3,6	1,4	9,6	47,4
Jahr	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925
dV/dh	157	186	179	184	181	178	203	203	201	215
S. R. Z.	57,1	103,9	80,6	63,6	37,6	24,7	14,7	5,5	16,7	44,6

Wohl hat es L. A. Bauer¹⁾ wahrscheinlich gemacht, daß zwischen der Sonnentätigkeit und dem luftelektrischen Potentialgefälle ein Zusammenhang besteht. Die Münchner Beobachtungen ergaben aber ebensowenig wie die Potsdamer²⁾ den geforderten gleichsinnigen Gang zwischen den Jahresmitteln der Wolf-Wolferschen³⁾ Sonnenflecken-Relativzahlen und den entsprechenden Jahresmitteln des Potentialgefälles, wie Tab. 4 zeigt. Ja, vom

¹⁾ L. A. Bauer, Researches of the Department of Terrest. Magnetism. Vol. V, Ocean Magnet. and Electr. Observ., 1915—1921. Washington, D. C. 1926, S. 361.

²⁾ K. Kähler, Ergeb. d. meteor. Beob. in Potsdam i. d. J. 1921, 1922 u. 1923, Berlin 1924.

³⁾ A. Wolfer, Meteor. Zeitschr. 39, 326, 1922.

Täglicher und jährlicher Gang des normalen lufterlek-

Tabelle I. Stundenmittelwerte in

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Januar												
1910	232	250	188	196	302	304	307	322	396	294	390	400
1911	261	191	173	156	157	182	235	284	325	332	329	325
1912	160	146	110	122	130	153	153	244	271	280	263	275
1913	211	172	154	157	179	236	242	277	295	316	320	326
1914	203	177	172	169	169	177	242	293	314	333	311	291
1915	147	134	125	125	123	205	271	334	294	266	260	294
1916	177	140	142	148	175	199	295	355	363	352	400	382
1917	171	150	158	122	118	150	171	233	236	240	229	225
1918	275	258	247	234	224	256	319	320	354	387	375	336
1919	152	134	143	123	121	154	190	213	258	256	251	249
1920	205	198	183	213	235	287	324	400	435	440	442	420
1921	169	145	150	142	140	200	243	282	286	308	349	323
1922	169	144	117	144	132	160	193	243	275	301	296	277
1923	203	177	172	150	169	222	320	358	384	413	421	468
1924	272	234	227	207	202	217	274	315	412	407	436	422
1925	217	193	180	189	203	243	298	341	370	419	363	358
Februar												
1910	184	154	137	147	139	177	255	266	334	354	351	346
1911	179	175	164	177	160	201	232	285	275	267	290	285
1912	184	157	156	168	143	176	253	276	299	307	310	312
1913	142	134	128	127	124	146	207	240	276	305	228	244
1914	223	200	180	148	142	179	247	281	324	330	283	277
1915	194	181	144	145	171	187	243	316	297	345	334	359
1916	148	160	139	160	165	165	218	237	249	228	230	239
1917	261	258	225	172	186	251	326	340	375	404	321	326
1918	162	144	120	125	117	154	190	239	271	274	261	299
1919	221	202	185	171	179	195	256	356	376	354	338	321
1920	156	139	138	128	134	151	217	269	321	296	247	249
1921	173	181	142	144	159	157	233	275	327	287	274	267
1922	234	206	186	188	175	210	303	339	349	349	360	346
1923	203	174	158	144	153	170	267	339	337	322	318	305
1924	270	209	209	234	204	234	296	286	332	320	347	361
1925	173	146	128	129	148	191	207	262	280	278	271	265
März												
1910	147	139	127	137	147	166	222	257	284	285	265	205
1911	128	110	103	110	119	128	165	203	225	195	172	163
1912	106	86	80	72	89	112	147	200	238	240	205	181
1913	166	156	142	128	143	153	210	277	275	276	251	237
1914	78	78	65	75	88	125	179	220	212	207	227	212
1915	125	122	115	99	103	150	202	252	250	249	218	227
1916	127	116	121	106	115	134	172	192	224	198	193	181
1917	152	127	119	132	153	158	233	267	262	270	275	301
1918	139	134	117	120	109	147	181	239	255	253	248	226
1919	118	105	92	95	125	138	189	233	292	256	195	185
1920	119	119	104	102	113	138	178	227	244	284	321	287
1921	150	125	111	103	121	168	233	286	291	264	251	219
1922	162	138	122	119	131	165	203	256	299	305	284	267
1923	143	127	103	122	108	119	158	224	225	215	200	194
1924	157	161	152	152	157	171	217	258	291	320	272	265
1925	178	184	159	148	141	172	208	254	272	309	302	263

trischen Potentialgefälles in den Jahren 1910—1925.

Volt/m. Mittlere Ortszeit.

12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	Monats- Mittel	Zahl d. Tage
384	416	342	367	345	355	364	339	326	300	252	166	314	3
302	308	275	275	310	298	316	314	339	326	262	232	272	5
236	207	189	182	190	204	271	268	260	228	208	223	207	9
348	327	318	302	275	320	357	351	316	320	275	243	278	10
260	284	276	273	236	246	333	341	328	301	287	263	262	10
268	253	277	254	235	227	199	245	253	232	182	147	223	5
269	277	295	272	255	301	358	373	340	292	224	205	274	7
316	302	323	315	295	295	306	335	326	302	287	257	244	7
323	323	291	301	312	336	370	430	379	362	341	306	319	10
254	241	212	222	245	274	282	245	226	218	195	171	210	5
404	372	362	378	355	457	477	427	435	368	331	249	350	5
313	299	269	265	267	275	323	342	294	243	192	176	250	8
275	299	323	306	334	348	277	280	282	286	277	231	249	7
330	355	339	337	389	453	482	453	445	367	335	286	334	5
368	359	342	344	311	328	330	337	352	281	289	294	315	7
290	262	264	289	304	307	354	373	322	315	281	248	291	7
346	316	282	274	262	276	311	336	324	272	231	199	261	8
292	310	301	262	277	331	328	313	317	295	267	218	258	10
278	259	244	259	251	243	280	298	298	274	217	182	243	9
242	211	215	218	211	204	213	237	265	266	204	193	207	11
249	276	251	254	226	237	239	285	294	271	283	240	247	13
278	260	232	219	225	238	265	306	331	297	284	237	254	10
230	218	203	204	221	240	263	264	284	230	228	186	213	9
295	299	327	333	306	313	330	391	333	302	258	225	298	9
329	303	288	259	253	250	335	319	357	343	232	210	243	8
323	338	323	297	272	298	294	323	348	292	266	251	283	9
232	247	222	224	222	247	267	308	299	249	232	173	224	12
234	221	229	203	221	222	234	279	267	262	207	162	223	7
284	298	310	330	310	323	344	339	344	327	294	229	291	10
248	268	243	232	275	313	316	336	330	287	224	200	257	6
342	406	402	385	358	368	390	400	356	365	363	315	323	6
299	244	239	244	252	303	353	389	311	283	204	167	240	7
181	175	167	144	127	118	129	170	240	209	215	196	185	10
159	146	130	132	138	137	161	188	160	175	160	130	152	11
178	156	161	158	169	185	200	213	186	185	150	134	160	9
247	226	215	191	188	197	210	224	266	204	189	159	205	11
199	185	189	168	160	170	162	207	203	162	148	148	161	8
182	173	162	162	157	159	126	143	179	160	151	148	167	7
184	169	165	143	124	128	139	163	180	168	156	140	156	10
261	248	250	242	236	264	282	304	251	226	184	158	223	9
205	184	170	168	163	170	216	288	256	205	178	155	189	15
221	210	190	197	194	203	272	304	292	258	179	146	195	9
254	208	207	205	183	175	193	240	212	207	185	138	193	12
183	162	161	150	149	140	166	197	233	224	221	159	186	18
251	239	229	222	227	224	243	262	248	234	198	186	217	12
175	165	148	139	134	134	122	139	151	162	150	145	154	12
222	212	203	200	181	178	197	221	219	198	178	144	205	10
288	255	256	263	288	285	273	269	308	308	266	250	246	6

Täglicher und jährlicher Gang des normalen luftelek-

Tabelle 1. Stundenmittelwerte in

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
April												
1910	139	135	124	119	114	144	196	241	211	201	157	135
1911	119	113	103	96	97	115	163	161	224	222	165	151
1912	102	86	91	84	83	108	160	198	219	204	166	141
1913	120	114	97	98	112	134	199	208	215	225	177	138
1914	105	92	81	80	82	97	143	172	186	162	155	138
1915	90	85	79	66	66	93	122	140	181	178	146	125
1916	82	83	82	80	88	104	145	207	172	160	148	118
1917	175	160	144	130	158	203	264	330	298	236	195	181
1918	138	133	123	126	134	170	214	269	288	253	216	174
1919	102	87	80	92	84	95	153	180	174	161	156	134
1920	138	129	131	103	114	150	259	309	303	277	224	215
1921	80	70	72	62	63	67	127	218	229	188	171	154
1922	132	120	110	141	136	186	194	239	323	318	265	231
1923	108	108	100	110	107	119	179	213	220	205	186	172
1924	132	108	111	113	123	159	207	329	299	239	210	188
1925	121	100	108	123	117	149	182	237	245	214	178	161
Mai												
1910	124	120	95	91	114	144	186	201	179	180	144	115
1911	107	96	106	85	96	148	195	232	221	191	150	113
1912	91	79	78	75	76	82	118	134	155	146	118	103
1913	97	95	91	81	91	114	156	193	189	164	142	123
1914	91	75	80	80	85	85	125	166	165	121	97	104
1915	65	56	53	54	56	69	93	107	116	109	101	94
1916	85	86	79	77	109	160	199	190	187	175	145	131
1917	79	87	85	95	102	140	174	184	169	141	119	110
1918	93	88	88	99	112	160	197	213	200	178	144	117
1919	76	72	67	61	64	85	120	120	125	120	107	100
1920	89	79	62	60	66	101	148	198	175	144	129	118
1921	118	101	92	82	74	132	205	262	239	185	150	125
1922	124	115	112	95	100	120	175	215	182	193	162	144
1923	117	115	117	112	112	144	200	244	243	225	196	191
1924	108	108	109	113	125	168	214	221	231	195	168	139
1925	141	128	113	112	117	161	217	231	199	184	159	136
Juni												
1910	104	98	71	76	75	95	128	190	180	143	130	116
1911	129	115	99	93	106	142	170	176	188	160	142	138
1912	80	82	68	67	90	103	149	188	185	173	146	125
1913	87	81	83	79	88	106	145	159	148	137	121	106
1914	111	92	80	74	85	108	145	175	193	160	140	132
1915	100	90	97	81	85	119	141	176	172	148	131	110
1916	92	86	80	79	85	110	151	165	140	125	121	121
1917	71	74	74	74	90	122	160	171	166	133	116	104
1918	77	85	74	82	88	122	147	165	183	165	150	131
1919	103	84	71	66	75	87	110	136	143	130	120	108
1920	82	79	77	79	91	128	150	183	170	143	146	129
1921	137	123	104	103	113	139	176	231	217	180	168	169
1922	108	105	93	88	93	129	170	191	215	193	170	132
1923	172	168	136	122	131	141	151	200	200	188	179	177
1924	92	80	79	70	62	104	132	157	150	135	128	128
1925	108	106	101	95	107	124	166	173	156	136	145	138

trischen Potentialgefälles in den Jahren 1910—1925.

Volt/m. Mittlere Ortszeit.

12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	Monats- Mittel	Zahl d. Tage
129	134	139	129	136	136	157	182	184	159	149	124	153	7
152	152	135	135	142	137	155	159	150	134	102	103	141	8
129	129	131	130	129	122	125	119	125	106	120	108	130	9
135	134	139	132	119	95	113	120	121	131	110	93	137	8
135	133	128	122	119	116	136	153	162	131	115	104	127	11
119	120	110	109	109	104	100	120	141	123	97	90	113	7
107	103	104	100	98	92	89	93	95	95	88	82	109	11
184	175	183	172	181	180	181	208	195	163	161	132	191	8
157	150	139	134	133	139	123	139	150	136	122	112	161	12
161	159	169	167	156	144	162	205	235	187	149	136	147	9
198	165	151	171	171	146	185	168	203	178	170	156	184	7
132	128	127	121	120	106	104	108	125	101	75	65	117	8
214	218	184	182	191	167	148	169	210	200	174	143	193	5
172	148	146	134	120	115	115	124	131	107	105	100	139	11
154	138	138	149	159	180	192	222	226	205	171	154	179	4
148	133	121	114	114	120	130	151	161	145	127	123	147	9
98	83	79	76	95	115	94	83	90	91	90	111	117	8
104	104	104	112	112	98	97	132	133	134	117	123	130	10
112	108	107	115	117	123	107	106	110	91	75	67	104	8
106	103	101	99	99	97	97	91	87	95	88	88	112	10
92	95	101	94	94	97	99	92	126	119	128	118	105	7
79	85	77	77	74	74	71	104	104	87	72	57	81	11
130	125	119	110	109	119	125	130	124	112	118	107	127	13
113	101	104	101	93	92	92	90	96	104	96	79	110	16
110	109	107	106	109	109	109	95	98	109	98	93	123	16
95	94	94	92	90	87	84	90	112	110	94	80	93	15
118	116	131	134	126	118	104	96	96	104	101	94	113	8
127	120	120	115	106	104	99	108	118	140	142	128	133	12
131	124	127	126	117	112	107	112	146	167	156	132	137	12
189	170	158	146	158	165	188	212	250	201	177	134	174	14
142	142	142	139	150	150	163	180	171	174	135	128	155	10
115	119	121	122	114	118	122	125	142	131	130	136	141	13
101	99	89	91	81	89	91	86	85	95	95	116	105	5
132	126	121	120	113	113	121	137	141	137	134	132	133	10
126	111	111	104	114	99	100	108	127	135	115	107	117	8
117	116	114	106	127	119	126	144	132	128	139	130	118	9
128	121	118	111	112	112	116	118	148	158	142	122	125	9
94	97	82	71	85	103	93	94	107	100	90	84	106	11
110	97	110	109	118	121	113	116	97	83	82	85	108	8
95	88	88	85	84	84	87	85	90	87	82	64	99	15
131	118	117	112	110	117	122	128	147	138	126	96	122	11
107	108	108	105	100	100	110	134	146	123	108	94	107	14
113	109	121	119	133	131	134	150	139	139	118	97	123	7
147	140	144	149	152	162	172	190	183	190	178	157	159	11
143	139	143	134	139	139	158	144	136	124	126	117	139	11
153	141	136	143	143	141	151	174	198	182	153	138	159	7
121	128	120	123	127	130	145	132	138	133	115	109	118	7
122	121	126	131	126	124	125	134	171	174	158	120	133	12

Täglicher und jährlicher Gang des normalen lufterlek-
Stundenmittelwerte in

Tabelle 1.

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Juli												
1910	128	96	105	104	96	120	208	221	225	186	180	166
1911	85	75	67	67	70	77	102	125	132	130	113	106
1912	104	74	67	71	74	79	131	166	164	146	135	119
1913	103	87	77	76	94	110	164	163	218	195	166	161
1914	80	63	57	50	57	74	102	141	121	90	88	80
1915	90	78	75	72	90	110	134	182	172	176	148	151
1916	68	51	44	48	59	103	125	145	146	154	128	130
1917	93	85	79	73	85	118	170	174	181	147	135	126
1918	85	86	77	75	98	139	171	187	192	173	144	134
1919	125	107	89	82	118	130	166	228	248	225	200	217
1920	99	96	79	72	76	121	176	202	187	155	134	119
1921	111	89	84	75	75	94	132	169	168	174	159	140
1922	96	91	79	74	77	110	158	191	181	170	155	136
1923	115	107	96	93	101	122	162	175	172	165	155	141
1924	103	101	82	75	82	106	137	178	185	161	142	130
1925	130	107	104	106	96	138	190	235	230	214	192	175
August												
1910	125	111	111	101	94	122	204	275	246	185	167	158
1911	93	83	71	65	66	81	115	141	168	147	132	119
1912	106	104	97	88	106	130	185	210	231	205	212	192
1913	91	80	72	66	61	77	127	182	186	170	144	137
1914	92	81	74	80	77	97	138	146	178	162	140	133
1915	104	87	69	69	69	84	140	169	165	151	137	125
1916	65	56	50	51	54	100	140	174	190	171	136	125
1917	93	84	73	78	84	116	155	167	184	177	146	119
1918	83	75	70	67	80	131	194	219	211	208	194	194
1919	1)											
1920	111	92	79	72	74	121	173	207	208	192	166	155
1921	97	86	75	70	75	108	188	234	221	183	156	142
1922	144	114	110	115	122	146	175	212	224	205	200	179
1923	114	110	91	79	71	101	150	206	203	175	160	139
1924	115	109	97	94	103	128	159	222	166	156	150	144
1925	149	149	129	117	99	138	211	246	271	254	234	195
Septemb.												
1910	140	140	120	104	101	140	166	219	193	203	194	150
1911	124	99	84	81	83	99	143	191	229	226	207	185
1912	2)											
1913	91	72	62	58	73	83	135	166	156	160	155	141
1914	84	78	70	68	75	105	150	163	153	173	152	125
1915	81	68	65	60	65	69	110	170	185	159	137	122
1916	94	89	73	68	91	94	133	181	184	158	157	134
1917	88	79	74	67	71	95	135	175	194	183	163	149
1918	88	69	54	48	50	56	117	189	219	214	210	198
1919	77	67	61	56	62	79	138	212	205	203	187	177
1920	97	94	76	77	69	76	126	192	225	213	190	171
1921	104	86	68	62	70	79	126	181	200	215	200	173
1922	132	134	144	110	102	119	162	189	203	167	188	175
1923	108	103	93	93	98	121	170	232	250	222	201	179
1924	125	109	101	96	82	101	171	236	265	238	215	197
1925	125	112	99	101	114	122	187	257	283	292	260	253

1) Uhrwerk in Reparatur.

2) Bauliche Änderungen im Registrierraum.

trischen Potentialgefälles in den Jahren 1910—1925.

Volt/m. Mittlere Ortszeit.

12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	Monats- Mittel	Zahl d. Tage
141	143	128	121	120	126	154	144	141	148	144	150	146	7
98	93	89	88	89	88	94	103	116	104	103	90	96	11
108	107	97	98	99	97	93	85	82	90	87	82	102	11
155	146	150	144	137	135	139	153	159	150	128	110	138	9
51	50	48	51	58	68	77	82	81	77	68	67	74	9
159	151	143	138	137	138	138	166	151	150	131	113	133	7
128	122	115	106	113	128	122	110	107	104	97	89	106	11
130	122	116	118	118	122	133	130	144	141	127	108	124	10
139	134	136	133	133	128	123	96	106	101	104	90	124	13
136	115	138	125	108	113	138	162	153	146	161	169	150	3
126	119	111	111	109	103	104	97	129	139	131	109	121	13
135	121	116	111	109	111	113	113	142	149	133	113	122	20
129	126	126	117	117	117	124	150	158	143	127	115	128	13
134	126	122	129	136	134	136	124	158	163	146	124	135	15
130	123	121	128	121	125	144	135	150	161	132	118	128	9
159	155	157	149	148	159	164	186	208	203	166	145	163	9
141	136	149	146	145	145	156	144	145	139	126	111	149	7
124	111	106	107	110	102	117	142	172	188	155	117	118	9
173	162	155	126	143	146	137	161	153	150	146	134	152	9
128	121	116	113	114	110	114	124	146	127	114	109	118	10
123	109	104	95	90	87	78	88	111	116	118	109	109	13
125	118	116	115	115	120	101	120	120	138	140	126	118	9
107	101	98	100	101	103	104	104	110	109	92	85	105	13
118	112	102	101	93	84	87	96	119	122	98	85	112	11
170	157	165	157	149	155	163	154	167	152	120	109	148	10
146	143	141	136	129	141	151	171	160	153	136	116	141	13
133	127	113	103	97	99	99	120	149	147	135	118	128	13
162	151	144	146	139	139	139	143	160	175	157	144	156	12
163	148	134	131	126	126	126	120	141	153	139	131	135	18
164	145	125	137	147	125	140	162	183	154	121	103	139	4
151	145	137	139	138	137	163	189	201	194	166	136	170	11
139	139	139	136	135	126	154	181	175	137	119	136	149	10
168	163	142	130	126	120	141	188	172	164	126	137	147	11
120	130	128	127	125	120	128	137	127	116	106	93	117	10
125	115	116	105	97	87	106	113	122	113	95	87	112	13
118	112	109	107	112	113	116	148	156	123	103	77	112	12
116	116	113	115	112	116	107	124	138	121	119	106	119	12
143	133	127	129	124	126	136	155	166	150	132	101	129	15
184	181	178	171	176	171	182	195	163	125	112	94	144	13
162	139	129	144	156	179	213	223	171	134	103	82	140	8
165	165	161	153	153	155	180	197	198	173	175	126	150	8
161	162	154	139	147	150	152	188	183	185	149	123	144	16
239	208	212	218	181	215	218	220	196	193	170	169	178	5
181	169	158	148	143	162	189	236	229	177	138	119	163	11
169	150	147	142	135	156	164	178	195	169	142	127	159	11
232	228	207	212	225	239	262	260	255	217	175	150	203	7

Täglicher und jährlicher Gang des normalen luftelek-
Tabelle I. Stundenmittelwerte in

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Oktober												
1910	136	111	112	94	88	126	147	198	203	176	158	135
1911	93	88	94	88	98	135	184	254	259	226	201	196
1912	¹⁾											
1913	148	135	108	108	127	144	181	186	195	234	195	164
1914	97	97	88	77	82	77	122	155	192	186	176	151
1915	87	77	97	97	110	126	162	199	213	179	157	138
1916	92	92	86	104	110	142	183	208	237	220	180	168
1917	82	82	62	71	95	98	143	166	200	208	206	203
1918	115	106	99	91	86	102	125	149	202	168	157	139
1919	110	89	94	84	103	126	151	171	192	187	192	179
1920	124	111	102	97	91	104	134	181	225	185	166	163
1921	130	113	113	108	115	127	140	192	210	210	198	195
1922	120	93	79	100	131	172	205	227	275	234	227	236
1923	138	113	100	84	95	89	170	282	250	265	277	239
1924	130	121	113	115	116	144	183	227	239	234	239	200
1925	129	117	123	119	120	150	189	245	233	225	216	211
November												
1910	110	89	81	116	156	168	244	269	284	285	249	254
1911	172	133	128	126	126	128	164	223	245	235	214	223
1912	166	139	114	122	133	200	219	243	271	278	241	252
1913	168	150	116	105	98	134	166	193	239	264	278	253
1914	143	129	121	128	143	173	196	239	293	281	263	250
1915	197	201	188	182	175	204	247	260	269	262	249	206
1916	119	109	109	106	115	122	148	195	227	207	183	196
1917	121	121	116	95	132	161	195	231	259	270	261	222
1918	144	136	134	123	125	134	165	218	227	178	149	134
1919	159	136	138	118	126	182	240	312	328	355	331	303
1920	101	87	92	84	82	89	111	126	190	188	187	151
1921	142	145	118	133	161	142	164	292	332	368	366	251
1922	163	143	117	115	132	162	208	296	291	336	265	268
1923	129	124	124	124	117	160	217	220	244	253	277	258
1924	191	209	144	157	164	171	200	244	270	277	242	267
1925	211	204	200	191	197	250	356	382	365	303	324	338
Dezember												
1910	198	170	153	163	135	173	235	279	309	295	323	281
1911	193	172	159	152	157	161	181	267	292	281	249	230
1912	173	150	149	125	155	209	255	287	307	310	311	287
1913	196	210	177	208	197	235	282	336	330	345	327	309
1914	140	149	155	136	141	178	226	260	299	287	285	261
1915	129	139	132	126	126	157	216	241	281	272	277	316
1916	181	128	137	137	159	175	204	230	215	225	242	258
1917	240	209	172	167	160	191	242	267	290	336	382	408
1918	170	160	171	128	139	195	274	298	325	311	343	303
1919	179	207	233	174	176	207	228	269	331	363	343	317
1920	227	198	160	121	153	203	274	286	373	361	382	375
1921	186	181	190	193	214	255	310	356	383	390	361	332
1922	286	265	258	215	243	308	334	399	461	473	473	389
1923	311	253	225	131	218	351	379	315	382	330	415	382
1924	354	323	257	209	202	202	243	325	417	467	433	287
1925	279	233	185	207	221	231	233	326	396	340	313	321

¹⁾ Bauliche Änderungen im Registrierraum.

trischen Potentialgefälles in den Jahren 1910 — 1925.

Volt/m. Mittlere Ortszeit.

12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	Monats- Mittel	Zahl d. Tage
151	144	137	129	124	122	112	138	140	130	90	96	133	8
182	165	150	147	169	165	169	169	157	128	132	128	157	11
142	139	157	163	155	155	162	177	163	121	120	126	154	10
131	126	128	125	121	116	133	145	138	119	123	94	125	9
126	118	115	115	103	100	110	135	147	134	123	104	128	9
158	165	169	166	148	154	168	168	154	133	101	89	150	10
203	174	161	152	157	153	195	220	181	166	132	95	150	9
129	133	141	152	155	178	190	192	181	153	134	131	142	9
131	144	148	151	157	161	203	238	217	189	167	123	154	8
148	155	165	161	150	158	197	202	195	150	134	113	150	11
169	164	156	152	132	140	198	246	219	192	176	159	165	17
169	169	188	150	151	163	167	151	134	112	100	89	160	5
232	224	237	236	256	263	284	282	256	203	177	156	205	8
168	173	174	164	150	147	174	207	186	164	168	157	171	10
185	181	195	197	214	250	253	255	239	210	188	153	192	11
248	243	244	233	211	233	290	325	319	302	191	181	222	6
190	200	172	172	191	219	201	240	234	215	187	201	189	7
237	239	273	279	306	311	307	306	291	237	212	160	231	8
260	253	250	221	186	215	273	294	257	240	222	193	210	7
264	244	233	225	217	233	271	263	250	225	176	142	213	9
170	176	182	196	190	207	224	262	224	206	190	169	210	8
181	195	189	195	192	210	218	230	208	216	169	159	175	9
226	202	192	220	226	276	298	320	284	229	172	152	218	8
150	131	133	144	176	214	247	263	240	214	205	195	174	10
274	305	297	258	241	290	305	289	281	238	210	184	246	9
136	151	173	160	148	185	207	163	170	158	165	165	145	10
210	238	200	162	133	162	291	251	286	224	193	176	214	3
213	224	246	244	262	313	332	336	311	279	251	217	238	7
286	280	255	244	246	253	310	292	280	244	186	165	220	7
195	190	188	180	157	229	303	301	292	263	236	200	220	5
345	337	322	366	376	485	463	493	500	414	290	244	332	2
243	251	269	255	237	263	265	275	308	280	280	229	244	7
241	218	234	255	241	259	275	265	280	230	166	168	222	9
310	268	257	288	271	300	337	338	339	326	299	260	263	11
313	323	289	260	272	286	324	326	290	255	215	217	272	8
278	271	254	232	246	257	270	257	239	196	168	136	222	11
291	294	300	278	249	263	290	244	250	228	203	188	229	8
275	287	295	284	271	263	296	328	301	326	280	224	238	8
439	405	417	386	327	416	448	496	504	391	330	278	330	6
330	309	261	208	227	271	321	298	274	264	242	231	252	5
287	294	304	300	335	396	445	469	436	338	320	276	301	6
343	282	291	267	297	314	343	334	282	232	232	230	273	5
306	322	301	330	342	371	387	366	328	286	248	217	298	8
389	361	360	372	390	401	387	375	406	346	284	280	352	5
467	498	437	403	427	434	411	406	375	403	358	299	359	2
226	190	226	231	258	354	330	380	419	337	292	270	301	5
282	270	288	299	360	448	387	449	500	431	339	287	318	5

Mittlerer täglicher und jährlicher Gang 1906—1925.

Tabelle 2.

Stundenmittel in Volt/m. Mittlere Ortszeit.

	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	Monats- Mittel	Zahl der Tage
Januar	197	173	162	163	174	206	257	301	326	328	330	333	304	304	299	290	282	306	329	332	319	291	254	228	270	138
Februar	188	171	155	154	157	185	240	281	309	311	296	299	281	282	273	261	262	276	295	315	311	289	249	212	252	162
März	134	123	110	111	118	143	188	235	251	249	236	222	207	192	184	176	175	178	194	219	224	203	178	155	184	196
April	111	100	95	95	99	121	177	223	225	206	178	156	149	143	137	135	133	129	139	152	163	146	129	113	144	151
Mai	96	88	84	82	89	121	167	191	181	160	136	120	114	110	109	108	110	112	110	113	124	121	111	103	119	202
Juni	102	95	86	81	90	117	151	176	170	152	139	127	118	115	114	112	114	116	118	122	128	129	120	107	121	179
Juli	100	87	81	78	85	110	156	182	184	167	153	142	130	125	122	120	119	122	129	135	141	138	127	114	127	198
August	110	99	89	86	87	114	168	210	211	189	172	157	146	138	132	127	129	130	133	145	155	151	135	120	139	189
September	102	92	84	77	83	98	144	201	213	205	188	169	159	152	147	145	143	148	161	182	181	150	128	113	144	180
Oktober	117	103	98	97	102	122	154	201	231	218	205	186	162	157	153	155	155	161	181	196	184	159	139	121	157	167
November	150	137	124	125	136	159	197	243	265	265	250	237	218	218	215	217	220	256	292	286	269	235	197	177	212	130
Dezember	209	187	171	159	175	220	259	295	335	341	335	313	318	308	306	285	289	328	338	346	333	295	257	224	276	125
Sommer (April—September)	104	94	87	83	89	114	161	197	197	180	161	145	136	131	127	125	125	126	132	142	149	139	125	112	133	1099
Winter (Oktober—März)	166	149	137	135	144	173	216	259	286	285	275	265	248	244	239	231	231	251	272	282	273	245	212	186	225	918
Jahr	135	121	112	109	116	143	188	228	242	233	218	205	192	187	183	178	178	189	202	212	211	192	169	149	179	2017

Mittlerer täglicher Gang 1906—1925.

Tabelle 3.

Stündliche (Augenblicks-) Werte in Volt/m. Mittlere Ortszeit.

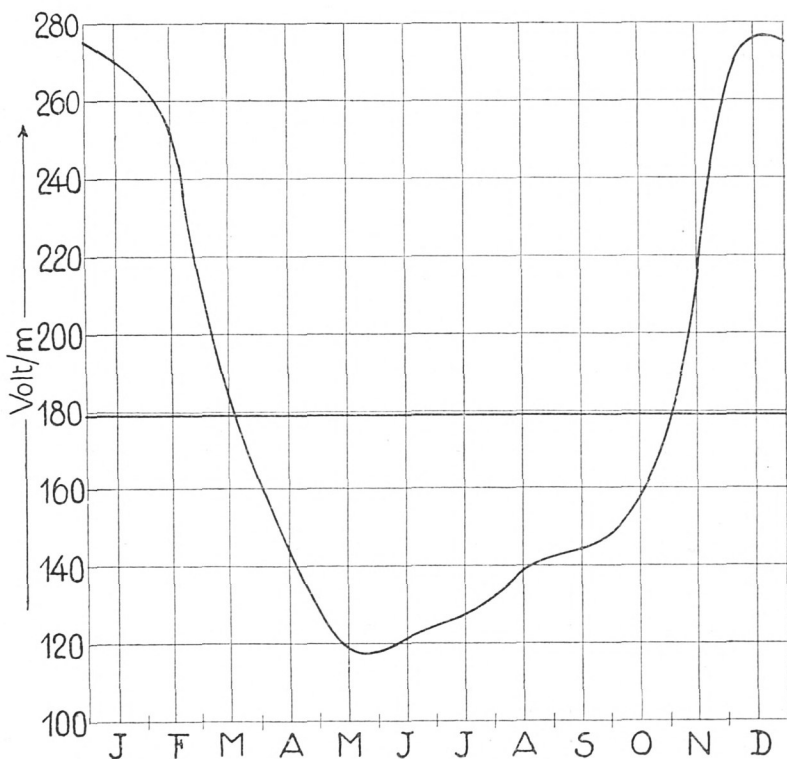
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Januar	213	184	165	161	167	187	228	280	317	331	329	331	324	299	302	295	286	289	318	334	328	307	274	239	213
Februar	198	178	163	152	155	167	208	263	297	314	306	294	293	278	279	267	259	267	285	305	317	303	272	230	198
März	144	127	117	108	114	128	162	211	248	253	244	229	215	199	187	180	174	176	184	205	225	218	191	166	144
April	110	107	96	94	96	107	143	202	231	219	193	166	150	146	140	135	134	131	132	145	158	159	137	121	110
Mai	99	92	85	83	84	101	142	183	192	172	148	127	115	112	109	108	109	111	112	111	117	125	117	107	99
Juni	103	99	91	83	83	101	133	165	178	163	145	133	121	115	114	113	112	115	117	120	125	129	126	114	103
Juli	107	93	83	79	80	95	130	172	187	179	159	147	136	126	123	121	119	120	125	132	138	141	134	121	107
August	114	105	94	86	86	96	137	191	217	204	180	164	151	141	135	129	127	130	131	138	150	155	145	127	114
September	107	97	88	80	78	89	116	171	215	212	198	179	162	155	149	145	144	144	153	170	185	170	137	119	107
Oktober	117	112	99	97	99	110	136	175	219	232	211	196	175	156	156	157	154	157	169	189	194	174	148	130	117
November	165	141	130	122	129	146	176	219	258	269	260	243	228	215	217	215	218	233	274	296	279	255	217	184	165
Dezember	213	199	178	164	162	193	241	278	314	344	340	327	311	315	306	299	283	303	338	342	343	318	276	240	213
Sommer																									
(April—September)	107	99	90	84	84	98	134	181	203	191	171	153	139	133	128	125	124	125	128	136	146	147	133	118	107
Winter																									
(Oktober—März)	175	157	142	134	138	155	192	238	275	290	282	270	258	244	241	236	229	238	261	279	281	262	230	198	175
Jahr	141	128	116	109	111	127	163	209	239	241	221	211	198	188	185	180	177	181	195	207	213	205	181	158	141

Jahre 1921 an steigt, ähnlich wie an anderen europäischen Beobachtungsorten¹⁾, das Potentialgefälle stark an, während die Fleckenzahl abnimmt.

Jährlicher Gang. Wie bei allen Landstationen nördlich und südlich eines Äquatorialgürtels von ca. 70° Breite²⁾ ergibt sich auch in München ein ausgesprochen einfacher jährlicher Gang mit einem Maximum (Mitte Dezember) in der Nähe des Winter-solstitiums und einem Minimum (Ende Mai) in der Nähe des Sommersolstitiums. In Abbildung 1 (nach Tabelle 2) ist der jährliche Gang graphisch dargestellt.

Abbildung 1.

Jährlicher Gang des normalen luftelektischen Potentialgefälles in München. Mittelwerte 1906—1925.



¹⁾ L. A. Bauer, Terr. Magnetism. and Atmosph. Electr. **29**, 166, 1924.

²⁾ H. Benndorf in B. Gutenberg, Lehrbuch d. Geophysik, Berlin 1927, S. 773.

Die mittlere Jahresamplitude beträgt 157 Volt/m, 88% des Jahresmittels.

In Tabelle 5 sind die größten und kleinsten Monatsmittel der 20jährigen Beobachtungszeit zusammengestellt, um zu zeigen, innerhalb welcher Grenzen diese Werte schwanken können.

Monatsmittel, Höchste und tiefste Werte 1906—1925.

Tabelle 5. Volt/m.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Mittel	270	252	184	144	119	121	127	139	144	157	212	276
Max.	350	323	246	193	174	159	166	191	203	205	332	359
Jahr	1920	1924	1925	1922	1923	1921 1923	1907	1907	1925	1923	1925	1923
Min.	203	183	124	94	81	90	74	105	112	125	145	222
Jahr	1906	1907	1907	1907	1915	1906	1914	1916	1914 1915	1914	1920	1911 1914
Diff.	147	140	122	99	93	69	92	86	91	80	187	137

Täglicher Gang. München gehört zu der Gruppe von Beobachtungsorten, an denen die tägliche Doppelwelle des Potentialgefälles das ganze Jahr hindurch vorherrscht, wie Abbildung 2 (nach Tabelle 3) zeigt. Das Hauptminimum tritt, wie fast allerorten, das ganze Jahr hindurch gegen 4^h morgens ein, ein sekundäres, flaches Minimum etwa um 4^h nachmittags. Die beiden Höchstwerte liegen zwischen 7^{1/2}^h und 9^{1/2}^h morgens, bzw. 7^h und 9^h abends. Sie verschieben sich im Laufe des Jahres innerhalb dieser Grenzen, gleichsinnig mit den Zeitpunkten des Sonnenaufganges und -Unterganges.

Die Amplitude der Tagesschwankung beträgt im Mittel 133 Volt/m, 74% des Gesamtjahresmittels.

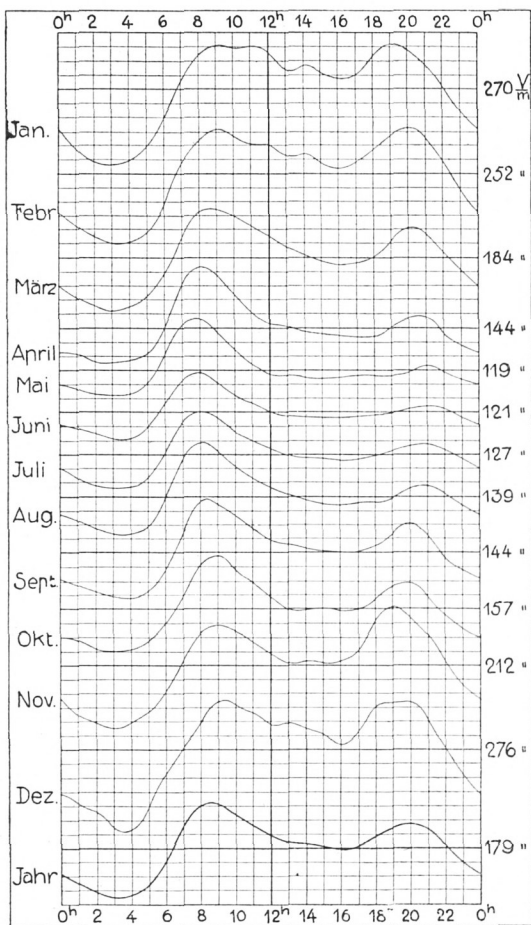
Die langjährige Beobachtungsreihe läßt eine Darstellung des täglichen Ganges in einer Fourierschen Reihe:

$$dV/dh = a_0 + a_1 \sin(\varphi_1 + x) + a_2 \sin(\varphi_2 + 2x) + a_3 \sin(\varphi_3 + 3x) + a_4 \sin(\varphi_4 + 4x)$$

Abbildung 2.

Täglicher Gang des normalen lufterlektrischen Potentialgefälles in München. Mittelwerte 1906 — 1925.

Einheit der Ordinate = 20 Volt/m.



berechtigt erscheinen. In Tabelle 6 sind die Werte der einzelnen Reihenglieder zusammengestellt. Aus dem Amplitudenverhältnis $a_1/a_2 = 0.90$ für das Jahr ergibt sich wieder, daß München zu den Beobachtungsorten gehört, an denen die Doppelwelle vorherrscht. Vom Sommer zum Winter nimmt das Verhältnis a_1/a_2 , d. h. der Einfluß der einfachen Welle zu. Ob im vorliegenden Falle der harmonischen Analyse überhaupt eine physikalische Bedeutung zukommt, ist zur Zeit noch unentschieden.

Tabelle 6. Zusammenstellung der harmonischen Konstanten.

	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	a_1/a_2
Januar	270	67,6	48,4	2,1	8,0	233°9	185°4	351°6	345°8	1,40
Februar	252	57,6	49,2	0,4	11,8	229°9	182°4	140°2	323°0	1,17
März	184	38,2	45,6	2,5	9,9	253°3	179°7	85°7	315°0	0,84
April	144	30,6	37,2	11,7	13,2	284°9	190°4	91°9	320°0	0,82
Mai	119	22,6	28,8	14,4	7,4	304°2	200°3	107°3	341°2	0,79
Juni	121	16,8	25,5	10,9	5,9	289°8	193°6	106°3	343°5	0,66
Juli	127	21,6	31,4	10,5	6,2	273°5	188°0	107°7	335°9	0,69
August	139	26,5	36,3	12,3	9,8	278°7	184°1	98°0	328°3	0,73
September	144	36,2	39,6	7,9	13,4	251°8	185°5	50°3	319°6	0,92
Oktober	157	34,6	38,7	9,1	10,2	254°5	188°8	27°8	312°3	0,90
November	212	50,1	49,7	8,7	9,5	223°9	197°9	356°6	342°8	1,01
Dezember	276	67,8	49,3	4,9	11,1	231°0	188°4	356°9	349°4	1,37
Sommer (Apr.—Sept.)	133	24,6	33,1	10,7	9,2	277°9	189°5	97°0	329°1	0,74
Winter (Okt.—März.)	225	51,9	46,4	4,0	9,6	235°5	187°2	13°5	331°3	1,12
Jahr	179	35,8	39,7	6,0	9,5	248°8	188°3	77°9	329°6	0,90

Feinregistrierung des Potentialgefälles.

Zur Aufzeichnung rascher Schwankungen des Potentialgefälles sind weder die zur Dauerregistrierung gebräuchlichen Potentialsonden, noch ist hierzu das Quadrantelektrometer brauchbar. Einen rasch wirkenden Radiothor-Kollektor haben A. Wigand und H. Kircher¹⁾ angegeben. Augenblicklich stellt sich naturgemäß aber nur ein mechanischer Kollektor ein. Einen solchen habe ich schon i. J. 1913 in Verbindung mit einem photographisch registrierenden Saitenelektrometer zur Untersuchung rascher Feldänderungen verwendet. Als mechanischer Kollektor diente die bekannte Schutzringplatte nach C. T. R. Wilson, die aber nicht in horizontaler Lage, wie üblich, sondern in vertikaler gebraucht wurde. Sie war an Stelle einer Glasscheibe in ein Fenster des Beobachtungsraumes eingesetzt und durch eine elektrostatisch geschützte Leitung mit dem registrierenden Saitenelektrometer ver-

¹⁾ A. Wigand und H. Kircher, Gerlands Beitr. z. Geophysik, **17**, 379, 1927.

bunden. Mit einer von innen zu bedienenden Klappe konnte die Empfangsplatte zeitweise überdeckt und gegen das Erdfeld abgeschirmt werden.

Aus Mangel an Mitteln konnte aber die nur behelfsmäßig hergestellte Meßvorrichtung nicht ausgebaut werden. Das geschieht gegenwärtig, so daß nunmehr die Untersuchungen wieder aufgenommen werden können. Über den Apparat und die damit gewonnenen Messungsergebnisse soll in einer folgenden Arbeit berichtet werden.
