

## Verschiedene Mittheilungen

von

Prof. H. Fritz.

### I. *Die 27,7tägige Periode irdischer und solarer Erscheinungen.*

Im Jahrgang XXXIII, 1888, S. 122 und ff. dieser Vierteljahresschrift machte der Verfasser auf das Hervortreten der von Buys-Ballot (1857) aus den Temperatur-Beobachtungen von Harlem, Zwanenburg und Danzig gefolgerten Periode von  $27,682 \pm 0,003$  Tage aufmerksam, welche zunächst in den 1882 und 1883 auf Jan Mayen, zu Godthaab, Fort Rae und Uglamie bei Point Barrow, dann in Kivi am Congo, ferner den hochnordischen Gebieten 1853 bis 1855, 1869 bis 1871, 1877 bis 1878 und für letztere Jahre auch in den in Mittel-Europa erhaltenen Temperatur-Beobachtungen sich enthalten zeigten. Fortgesetzte Vergleiche mit vorausberechneten mittleren Epochen der Maxima jener Periode und der Beobachtung konnten nur bestätigen, dass das Bestehen der von Buys-Ballot mühsam bestimmten Periode eine hohe Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Zu jenen älteren Zusammenstellungen sei zunächst nachgetragen, dass für die Wärmebestimmungen zu Uglamie, Point Barrow (nach Report of the Internat. Pol.-Exped. u. s. w., Washingt. 1885 . 4) die Blackbulb-Thermometer-Beobachtungen Maxima ergaben: 1883 II. 9, 25; III. 13, 25 und 29; IV. 15, 27; V. 5, 8, 11, 14, 27 und 29; VI. 6, 9, 16, 20; VII. 9, 18, 25; VIII. 9, 11, 17, welche mit den zwischen den II. 3 und den VIII. 14 fallenden 14 halben 27,687tägigen (somit 13,843tägigen) Perioden-

Epochen, in 7 Fällen höchstens um einen Tag, in 5 Fällen bis auf 4 Tage sich verschieben und nur in 4 Fällen der Mitte der Periode gegenüber liegen. In den übrigen Fällen entsprechen die mittleren berechneten Epochen den Mitteln aus 2 beobachteten Maxima wie VIII. 14 zwischen VIII. 11 und 17 mitten innen liegt.

Nach der Berechnung der mittleren Epochen mit den Abständen 13,843 Tagen im Anschlusse an die in genannter Abhandlung gegebenen Daten wurden für die Stationen: Leipzig, St. Petersburg, Barnaul 1883 bis 1887, Peking 1883, dann für das Grossherzogthum Hessen 1887—1890 (11 Stationen), ohne die Tabelle zur Hand zu haben, die Maxima der Temperaturen aufgesucht, notirt und später mit jenen verglichen. Die dabei erhaltenen Resultate waren folgende, wenn die Abweichungen der Temperaturmaxima von den je 13,843 Tagen auseinanderliegenden Epochen, beginnend mit dem 7. Januar 1883 (welchem wieder der 6. Januar 1891 entspricht) nach der Anzahl der Tage zusammengestellt werden. Mit *M* sind die Mittel bezeichnet, wenn die Temperatur-(Flecken)-Maxima kurz vor und hinter der Epoche getheilt auftraten.

Beobachtungs- orte.	Zeit	Anzahl der Perioden	Abweichungen von den mittlern Maximaepochen in Tagen.													Sum- men.
			0	1	2	3	4	M	5	6	7	8	.			
1) Leipzig	1883—1886	108	15	21	19	11	13	19	0	3	2	4	.	107		
2) St. Petersburg	" "	108	8	24	16	14	14	17	0	4	6	1	.	104		
3) Barnaul	" "	108	10	20	15	9	11	32	2	3	0	1	.	103		
4) Grossh. Hessen	1887—1890	101	15	18	20	10	6	12	9	2	2	1	.	95		
5) Peking	1883	27	1	4	6	0	4	4	0	2	2	3	.	26		
Summen 1—5		452	49	87	76	44	48	84	11	14	12	10	.	435		

Es traten secundäre Sonnenfleckenmaxima ein:

1883—1889	178	11	37	19	20	16	6	10	9	6	2	.	136
-----------	-----	----	----	----	----	----	---	----	---	---	---	---	-----

Die Abweichungen sind bald voreilend, bald und zwar in der Mehrzahl der Fälle den theoretischen Epochen nachfolgend. In 49 Fällen oder 13% der Gesamtsumme fielen die höheren Temperaturen mit den theoretischen Epochendaten zusammen, in 136 Fällen oder 31% betrug der Unterschied nicht mehr als 1 Tag, in 212 Fällen oder 50% nicht mehr als 2 Tage, in 304 Fällen oder 70% nicht mehr als 4 Tage und wenn von den 84 Fällen, in welchen getheilte Maxima vor und hinter den theoretischen Daten eingetroffen waren, nur die Hälfte (42) als ganz nahe liegend angesehen werden, dann betragen mindestens 79% der Abweichungen nicht mehr als 4 Tage. Der Rest verhält sich nahe oder ganz neutral und nur ausnahmsweise, in (452—435) 17 Fällen, fehlt der correspondirende Wechsel in der Temperaturcurve. Diese Untersuchung widerspricht somit nicht der Buys-Ballot'schen Periode; sie bestätigt im Gegentheile, dass mindestens in drei Vierteln aller Fälle, wie dies auch in dem abgelaufenen kalten Winter 1890—1891 beobachtbar war, nach je 13,843tägigen Perioden für die bis jetzt untersuchten Gebiete Temperaturerhöhungen in allen Jahreszeiten sich einstellen.

Aehnliches zeigt sich in dem Wechsel der Sonnenfleckenhäufigkeit. In 48 Fällen oder in 35% von 136 betrug die Abweichungen nicht mehr als 1 Tag, in 50% nicht mehr als 3 Tage und in 75% nicht mehr als 4 Tage. Allerdings entfallen auf 178 Perioden nur 136 entschiedene Maxima, was seine Ursache darin hat, dass diese mehr der 27,687tägigen Periode folgen und nur theilweise dazwischen liegende secundäre Erhöhungen, namentlich nicht während der Hauptminimazeit, die wesentlich in Betracht kam (—1883 war das Maximum, 1889

das Minimum der ohnehin nicht hohen Fleckenperiode eingetreten —), eintreten.

Somit treffen, wenigstens für die nördliche Hemisphäre der Erde, höhere Temperaturen zur Zeit der Fleckenmaxima ein.

Eine Untersuchung der Beobachtungen Nordenskiöld's während seines Aufenthaltes bei Pitlekaj (+ 67°5' N. und 186°37' O. Gr.) nahe der Behringstrasse gelegentlich seiner Reise um Asiens Norden ergab Temperaturmaxima: 1878 X. 27, XII. 30, 31; 1879 II. 9, 11, 12, III. 12; IV. 18, 26; V. 17; VI. 24; VII. 17, welchen am nächsten liegen die mittleren Epochen der 13,84 tägigen Periode: 1878 X. 23; 1878 I. 2; II. 11; III. 11; IV. 22; V. 20; VI. 18; VII. 15. Ferner waren Temperaturerhöhungen 1878 X. 7, XI. 4, XII. 15 und 16, 1879 I. 11 und 12, 27 und 30; II. 20, IV. 7, V. 9, VII. 8, welchen nahe lagen die mittleren Epochen 1878 X. 9, XI. 6, XII. 18, 1879 I. 14, 28, II. 25, IV. 8, V. 6, VII. 2, so dass den 21 mittleren Epochen von den 22 notirten Temperaturerhöhungen zwischen dem 7. Oktober 1878 und 17. Juli 1879 25% nicht über 1 Tag, 50% nicht über 2 Tag, 63% nicht über 4 Tage abweichen. 3mal liegen vor und hinter den Epochen kleinere Wärmemaxima. Von den für diese Zeit zählbaren Fleckenmaxima fielen 80% nicht mehr als 3 Tage von der mittleren berechneten Epoche entfernt.

Bestätigt sich auch hier wieder die Wahrscheinlichkeit des nahe parallelen Ganges von Temperaturen und Fleckenständen nach 13,84 tägigen Perioden, so dürfte eine kleine, allerdings weniger Sicherheit als ein gewisses Interesse bietende Untersuchung, welche in das Jahr 1812 zurückgreift, nicht ganz werthlos sein.

An die (im XXXIII Jahrg.) begonnenen Vergleichsarbeiten von 1853 schliessen sich rückwärts für 1812 an die mittleren Epochen für höhere Temperaturen der 11. und 25. September, der 8. und 22. Oktober, der 5. und 19. November, der 3. und 17. Dezember und für 1813 der 1. Januar. Nach den Angaben des Grafen von Ségur («L'histoire de la grande armée») war am Tage der Schlacht vor Borodino, am 6. September, das Wetter kühl; am 16. herrschte in Moskau Sturm; um den 10. Oktober stets schönes Wetter, so dass Napoleon auf die glänzende Sonne als auf seinen Stern hinwies; am 18. und 19. war das Wetter noch gut; am 23. regnerisch. Am 6. November begann mit kaltem Nebel der Wetterumschlag und war die Temperatur um den 13. sehr nieder. Am 19. bis 22. war Thauwetter, am 26. Beginn der Kälte, am 27. und 28. Kälte und Sturm. Am 3. Dezember war die Kälte wieder erträglich, dagegen am 5. kalt, am 9. sehr kalt. Mit Beginn des Januar trat wieder mildere Witterung ein. Soweit auf Zuverlässigkeit der Angaben gerechnet werden kann, zeigt sich eine den Erwartungen entsprechende Uebereinstimmung. Die damaligen geringen und dazu bei Flaugergues nicht einmal vollständig vorhandenen Fleckenstände der Sonne zeigen nun Flecken um den 6. August, den 9. bis 10. September, den 1. bis 2. November, im letzten Drittel Dezember (Lücke vom 10. bis 24.); worauf dann erst wieder am 3. bis 8. Februar 1813 Flecken notirt sind, welche mit der mittleren Epoche: II. 6 wieder genau stimmen.

Eine Untersuchung W. von Bezold's über die kurze Gewitterperiode (Sitzb. d. k. pr. Ak. in Berlin, 1889) ergab für Bayern (8 Jahre) und Württemberg

(7 Jahre) bei einer Dauer von 25,84 Tagen eine Summenreihe mit periodischem Verlaufe, wobei die Maxima, durch ein secundäres Minimum getrennt, um 7 Tage auseinander liegen.

Eine vor fast zwei Jahren vorgenommene Untersuchung der in Hessen auf 11 Stationen beobachteten Gewitter in Bezug auf die 27,687tägige, resp. 13,843-tägige Periode ergab für die Jahre 1881 bis 1888 (8 Jahre) folgende Summenreihe für die von Gewittern betroffenen Orte (um einen Masstab für die Grösse derselben einzuführen):

Tag der Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Summen	90	91	63	68	118	93	66	72	87	68	75	57	62	[36]
Ausgeglichene Summen	75	77	84	87	82	83	87	77	74	72	70	67	71	74

Hierbei ist das Maximum mit dem 5. bis 6. Tage (bei willkürlicher Annahme des ersten) verknüpft, während das Minimum 7 Tage später folgt. Obgleich auch hierbei eine Spaltung des Maximums sich zeigt, so ist die Reihe sicher nicht weniger entschieden als jene von Bezold. Aehnlich vertheilen sich die Gewittertage und wird wenig geändert, wenn die Gewitter der Jahre 1889 und 1890 noch in die Rechnung eingezogen werden.

Zur endgültigen Entscheidung derartiger Fragen genügen nur wenige Jahre umfassende Beobachtungsreihen nicht; sie genügen zu grundlegenden Untersuchungen. Wenn I. Liznar aus den zwischen dem 1. September 1882 bis Ende April 1883 (8 Monaten) aus den Polarlichterscheinungen (und ähnlich aus den magnetischen Deklinationsbeobachtungen) von Bossekop, Jan Mayen und Fort Rae ein 26,43tägige Periode zu finden glaubt, wo eine 27- bis 28tägige ebenfalls angenommen werden kann, so darf einer solchen kein grosser Werth beigelegt wer-

den, wenn sie sich nicht aus längeren Beobachtungsreihen bestätigt.

Zur Bestimmung der 27,687tägigen Periode hatte der Verfasser (No. XXVII der Wolf'schen Mittheilungen) alle von 1612 bis 1860 zur Verfügung stehenden Sonnenfleckenbeobachtungen benützt und die Länge der kleinen, nahe mit der Sonnenrotationszeit, so weit dieselbe bekannt ist, zusammenfallenden Periode  $27,69678 \pm 0,000085$  Tage gefunden, eine Länge, welche zu ändern bis jetzt sich nicht nothwendig zeigte, wie aus besondern Untersuchungen der Beobachtungen bis 1886 und aus Obigem mehrfach hervorgeht. Zur Bestimmung der gleichen Periode aus den Polarlichtern konnten die zuverlässigsten Beobachtungen von 1716 bis 1870 benutzt werden.

Soll die vorstehende Zahl der Tage als die synodische Rotationszeit der Sonne angesehen werden, dann müsste die wahre Rotationszeit derselben 25,736 Tage betragen, eine Zahl, welche, wenn auch nicht ausserhalb den für die Sonnenrotation gefundenen Werthen liegend (Crew fand sogar mit Hülfe des Spektroskopes 26,23 Tage), doch etwas zu gross ist, gegenüber den dafür angenommenen (Spoerer 25,234, Laugier 25,34, Carrington 25,38, Wilsing 25,23 u. s. w.), und noch weit grösser als die indirekt bestimmten (aus: Meteorologischen Erscheinungen 24,10 — 24,13, aus magnetischen 24,16 — 24,51 Tage, u. s. w.).

Mehrere verwandte Werthe, — grössere und kleinere —, können richtig sein, da sie nicht alle an die Rotationszeit der Sonne gebunden sind. Der Sonnenkörper als solcher besitzt eine bestimmte Geschwindigkeit, welche vielleicht niemals näher ermittelt werden kann; dann finden in den äusseren Hüllen desselben Strömungen

statt, wie durch den beobachteten Wechsel der Geschwindigkeit der Sonnenflecken und deren relativen Bewegungen gegeneinander unzweifelhaft geworden ist, und endlich können Ursachen, seien sie in der Sonne selbst oder seien sie, was wahrscheinlicher ist, ausserhalb derselben zu suchen, etwa durch die Stellungen der Planeten erzeugte, in den Fleckenerscheinungen Perioden bedingen, welche ähnlich den 11-jährigen und secularen alle 27,68 Tage besonders markirt werden. Vom Monde aus beobachtet würden die festen Theile der Erdoberfläche, die Wolken und die durch äussere Ursachen erzeugten Fluthenwellen der Meere (und Atmosphäre) sehr verschiedene Resultate geben. (Vergl. des Verfass. «Periodische Erscheinungen», Leipz. 1889, und J. Unterberg's «Kleinen Perioden der Sonnenflecken», Wien 1891, in welchem letzteren sich die Einschachtelung ganzer Scharen von Perioden manifestirt, wie sie nach der Hypothese der Einwirkung der Planetenstände auf die Sonnenthätigkeit vorhanden sein müssten, wodurch die kurzen wie die langen Perioden in ewigem Wechsel um ihre mittlern Werthe schwanken müssen). Die 27,68tägige Periode ist sogar sehr wahrscheinlich, als den gleichen Ursachen wie die elfjährige entspringend, nicht eine mit der Rotationszeit der Sonne zusammenfallende, sondern eine sich derselben nur zufällig nähernde. Darauf deutet schon die geringe Konstanz der Länge hin; es deuten darauf die erheblichen von der mittleren Länge von 27,68 Tagen abweichenden Schwankungen der Längen der einzelnen Perioden hin, während die Rotationszeit der Sonne eine konstante Grösse sein muss. Bei irdischen Erscheinungen erleiden derartige Perioden noch weitere Störungen. (Vgl. B. XV, S. 253 u. XXVIII, S. 53, d. Zeit.)



Wenn nach Vorstehendem die höheren Temperaturen auf Erden durchweg mit höherer Sonnenthätigkeit zusammenfallen, so steht dies nicht im Widerspruche mit einer Bemerkung in Nr. XXVII der «Wolf'schen astronom. Mittheil.», wonach mit Bezug auf die Buys-Ballot'sche Arbeit in der Region geringster Fleckenbildung die grössere Wärme erzeugt werde, da den Erfahrungen gemäss den höheren Fleckenständen höhere Temperaturen entsprechen, welche ihren Sitz nicht in den Flecken selbst, sondern in dem umgebenden Theile der Sonnenoberfläche haben müssen. Trotz vergrösserter Fleckenstände, wie dies um den 4. Januar 1848 der Fall war, vermochte um jene Zeit der Erde direkt gegenüber ein fleckenfreieres Gebiet der Sonne sich zu befinden. Der das Jahresmittel überschreitenden Fleckenzahl nach passt der 4. Januar 1848 zu den Epochenzeiten der 27,68tägigen Periode, wie sie oben besprochen wurde. Vom 4. Januar 1848 bis zum 4. Januar 1853 verliefen 66, von da ab bis zum 7. Januar 1883 393 Perioden.

Da durch den Nachweis derartiger Perioden die Abhängigkeit irdischer Erscheinungen von der Veränderlichkeit der Sonnenthätigkeit mehr und mehr befestigt wird und damit auch die Ursachen der Veränderlichkeit der Erscheinungen bekannter werden, so bieten derartige eingehendere Untersuchungen ein lohnverheissendes Feld. Wie die Sonne die Bewegung der Erde im Raume, beherrscht deren Strahlung die Vorgänge an der Erdoberfläche.

## II. *Die Perioden der Weinerträge.*

Eine neue Zusammenstellung der Ertragsreihen der Weinreben von: Preussen 1825—64, Nassau 1830—90, Grossherzogth. Hessen 1869—90, Württemberg 1827—86,

Bayern 1874—83, Kanton Aargau 1837—78, Kanton Schaffhausen 1858—77, Kanton Zürich 1874—1888, Domäne Hochberg, Baden, 1825—1880, Gut Traubenberg bei Zürich 1825—89, Castellen, Aargau, 1857—81, Sörgenloch, Rheinhessen, 1847—75, Mähren 1850—72, Frankreich 1840—90, Volnay, Côte d'or, 1825—42, Gironde 1860—87, Madeira 1846—51, Bessarabien 1851—57, Nikato 1858—72, Domäne Livadia, Krim, 1862—70, Ohio U. St. 1865—84 ergibt, wenn alle Weinertragsreihen auf den gleichen Masstab gebracht werden, folgende Tabellen. Die erste enthält die Ertragsmittel für jedes Jahr, die zweite die ausgeglichenen fünfjährigen Mittel.

## Ertrags-Jahresmittel:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1820	.	.	.	.	.	1,5	2,8	1,1	2,1	1,2
1830	0,2	0,5	0,9	1,5	2,1	1,9	1,5	1,1	0,7	1,0
1840	1,3	0,7	1,2	0,7	0,7	0,8	1,7	1,6	1,4	1,0
1850	1,0	0,8	0,9	1,1	0,4	0,6	0,8	1,1	1,0	1,2
1860	1,0	0,5	1,0	1,1	0,8	1,0	1,1	1,1	1,7	1,3
1870	1,3	1,3	0,6	0,5	1,2	1,5	1,1	0,8	0,8	0,4
1880	0,5	1,1	0,7	1,1	1,0	0,9	0,5	0,9	0,8	0,5

## Ausgegliche ne fünfjährige Mittel:

1820	.	.	.	.	.	1,5	1,6	1,7	1,5	1,0
1830	1,0	0,9	1,1	1,4	1,5	1,6	1,5	1,2	1,1	1,0
1840	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2
1850	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0
1860	0,9	1,0	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3
1870	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	0,7	0,7
1880	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6

Es fielen in diesen Reihen die Maxima der Erträge der Reben (etwas schärfer bestimmt in den auf 2 Stellen berechneten Originalzahlen) auf die Jahre 1827, 1835, 1848, 1859, 1869 und 1883, entsprechend mit durch-

schnittlich einjährigem Voreilen der Sonnenflecken-Maxima von 1829, 1837, 1848, 1860, 1870 und 1883. Es bestätigt diese neue Zusammenstellung von 21 längeren oder kürzeren Ertragsreihen nicht nur die früheren ähnlichen Resultate aus einzelnen oder aus mehreren zusammengenommenen Ertragsreihen, sondern es entsprechen sogar die Höhen der Maxima in auffallender Weise den verschiedenen Höhen der Sonnenflecken-Relativzahlen Wolf's in den einzelnen Perioden, welche 1829 67, 1837 138, 1848 124, 1860 95, 1870 139, 1883 64 erreichten und in den Verhältnissen: 1,05, 2,15, 1,94, 1,49, 2,19 und 1 stehen.

Die in den Tabellen enthaltenen Zahlen wurden erhalten durch die jedesmalige Division der einzelnen Reihenwerthe durch die Mittel. Das Mittel der gesammten aufgeführten Erträge beträgt nahe 25 Hektoliter pro Hektare und Jahr.

Wie schon in Jahrgang 1888 dieser Vierteljahresschrift gezeigt, treten bei dem Hagel die entsprechenden Perioden ebenfalls um so schärfer hervor, je vollkommener das Beobachtungsmaterial sich sammeln lässt.

### III. *Beiträge zu den gegenseitigen Beziehungen der physikalischen Eigenschaften der Körper.*

Als Fortsetzung des in den Jahrgängen 16, 26 und 33 (1871, 1881 1888) dieser Vierteljahresschrift, in der «Naturwissensch. Rundschau» 1886 und 1887, in des Verfassers «Wichtigste periodische Erscheinungen», Leipzig 1889 u. a. a. O. über die «Gegenseitigen Beziehungen

der physikalischen Eigenschaften der chemischen Elemente und deren Verbindungen» Veröffentlichten, als Versuchen zu dem Nachweise, dass sich unter der Annahme zweier entgegengesetzt wirkenden Kräfte, der Anziehung der kleinsten Theilchen untereinander übereinstimmend mit der im Grossen wahrnehmbaren und der Wärme, eine Reihe von gegenseitigen Beziehungen der Eigenschaften der Körper darstellen lassen, sei zunächst auf das Leitungsvermögen von Wärme und Elektrizität hingewiesen.

Wie schon in dieser Vierteljahresschrift 1881 gezeigt, bilden die Produkte aus den Coefficienten der Wärmeausdehnung der Körper und den Wurzeln aus deren Schmelztemperaturen ( $\alpha \sqrt{t}$ ) eine Reihe, welche durchweg sich nach der Leitungsfähigkeit der Wärme und Elektrizität der gleichen Körper ordnet. Silber steht am höchsten, Wismuth am tiefsten, und wenn der Schmelzpunkt für Diamant auch sehr hoch angenommen wird, steht dessen Werth, entsprechend der geringen Leitungsfähigkeit, sehr tief.

Berechnet man unter der Annahme: die Leitungsfähigkeit sei proportional der kinetischen Energie und setzt, da frühere Untersuchungen darauf führten, die Masse proportional der Dichtigkeit, dann berechnet sich für die einzelnen Stoffe die dazugehörige Geschwindigkeit ( $v$ ).

Bezeichnet man mit  $\alpha$  den Ausdehnungscoefficienten der Körper durch Wärme, mit  $t$  die Schmelztemperatur, mit  $K$  die absolute Festigkeit pro Quadratmillimeter in Kilogramm, mit  $d$  die Dichtigkeit und mit  $s$  die spezifische Wärme der betreffenden Stoffe, dann erhält man folgende Tabelle, wenn auf Eisen als Einheit reduziert wird:

Werthe von:

	$v$	$\alpha^2 t$	$\alpha^2 \frac{K}{\Delta s}$
Silber	2,5	2,0	2,7
Kupfer	2,4	1,7	1,9
Gold	1,4	1,4	1,4
Messing	1,4	1,4	1,5
Zinn	1,1	0,5	0,9
Eisen	1	1	1
Blei	0,7	0,8	0,6
Platin	0,5	0,5	0,5
Wismuth	0,4	0,2	0,3

Unter Benutzung des Werthes  $v = \alpha^2 \frac{K}{\Delta s}$  würde (da die Leitungsfähigkeit  $l$  proportional  $\Delta v^2$ )

$$l = \beta \cdot \Delta \cdot \left( \alpha^2 \frac{K}{\Delta s} \right)^2. \quad (1)$$

Nimmt man die lineare Ausdehnung des Silbers durch Wärme (0,00002) als Einheit an, dann berechnen sich die relativen Leitungswerte, wenn  $\beta = \frac{1}{140}$  gesetzt wird, nach vorstehender Formel, wie folgende Tabelle zeigt, in welcher der Uebersicht halber die eingesetzten Werthe von  $\Delta$ ,  $\alpha$ ,  $K$ ,  $\Delta s$  und die mittleren Extreme der abweichend publicirten Werthe von  $l$  zum Vergleiche mit den berechneten aufgenommen sind. Die Werthe von  $l$  können hier, da es sich ja nur um Annäherungswerte handeln kann, für Wärme- und Elektrizitäts-Leitungsfähigkeit angesehen werden, wenn schon in der Wirklichkeit gewisse nach Fr. Weber sogar gesetzmässige Abweichungen statt haben.

	$\alpha$	$\Delta$	$K$	$\Delta s$	$l$	
					berechnet	beobachtet
Silber	1	10,5	22	0,60	100	100
Kupfer	0,90	8,9	36	0,85	68	80—90
Gold	0,74	19,3	22	0,62	52	55—65
Aluminium	1,14	2,6	18	0,57	39	30—34
Zink	1,50	7,2	8	0,68	36	24—30
Messing	0,96	8,4	20	0,79	29	18—25
Kadmium	1,55	8,6	4	0,47	26	22—24
Eisen	0,60	7,8	38	0,87	14	12—16
Palladium	0,56	12,1	27	0,71	13	13—14
Zinn	1,10	7,3	4	0,40	8	12—23
Platin	0,40	21,5	30	0,70	7	8—10
Blei	1,50	11,3	1,5	0,35	7	7—8
Antimon	0,55	6,7	0,7	0,33	0,02	4
Wismuth	0,62	9,8	0,97	0,30	0,8	2

Die beiden Zahlenreihen für  $l$  zeigen sofort, dass die erstere durch Aenderung der in die Gleichung eingeführten Werthe, was namentlich bei denjenigen von  $\alpha$  und  $K$ , welche oft sehr erheblich schwanken, wie durch Einführung einer Constante der zweiten noch weit näher gebracht werden könnte.

Zeigt sich nach Obigem die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit der Metalle von der Wärmeausdehnung, der Dichtigkeit, Festigkeit und spezifischen Wärme, dann lassen sich auch andere Eigenschaften damit verknüpfen. So ist  $K = 100 \Delta \left(\frac{\alpha}{\varepsilon}\right)^2$ , wenn  $\varepsilon$  die Ausdehnung durch 1 kg Belastung pro 1  $\square$  m bedeutet, oder es ist  $K = \left(\frac{\Delta}{A}\right)^2 \cdot \frac{As \cdot T}{5}$ , wenn  $A$  das Atomgewicht und  $T$  die Schmelztemperatur vom natürlichen Nullpunkte an gemessen bedeuten, u. s. w.

Bei Diamant ist der Ausdehnungscoefficient gegenüber Silber 0,07, die Dichtigkeit 3,5, die spezif. Wärme 0,120. Setzt man die Festigkeit sehr hoch, zu 100 kg pro mm<sup>2</sup>, dann wird, nach Formel 1, die Leitungsfähigkeit 0,03, somit sehr niedrig, trotzdem die Festigkeit offenbar zu gross ist, da die Oberflächenhärte und die Festigkeit nicht einfach proportional sind. Für Glas wird  $l$  nahe 0,01, u. s. w.

Führt man anstatt  $K$  den zuletzt angeführten, die Schmelztemperatur enthaltenden Werth in die erste Formel ein, dann erhält man für Quecksilber den Werth von  $l$  zu 0,70, womit es in den Rang bei Antimon und Wismuth eintritt, wie dies der Erfahrung entspricht.

Vorstehendes bestätigt in Uebereinstimmung mit dem an a. O. Veröffentlichten, dass, wenn auch unter Zuhülfnahme von Constanten oder Hülfswerthen, sich eine grosse Anzahl der physikalischen Eigenschaften der Körper unter der Annahme der gegenseitigen Wirkung aller Körper und Körpertheilchen (hier Atome und Moleküle) aufeinander durch Anziehung und der dieser Kraft entgegenwirkenden Wärme beziehen lassen. Wenn auch nicht immer sofort auf den ersten Anblick, lassen sich vielfach unter gewissen Annahmen Reihen darstellen, wie in obigem Falle die Leitungsreihe, welche sich vielfach mit grosser Aehnlichkeit an die Beobachtungen anlehnen.

Bei der elektrischen Spannungsreihe (zwischen Zink und Platin oder Silber) zeigt sich, ausser der fortschreitenden Verwandtschaft zum Sauerstoff, eine gewisse Beziehung zu der Ausdehnung durch Wärme, die am grössten ist bei Zink und Blei, am kleinsten bei Platin und Kohlenstoff und zu der Schmelztemperatur, die wieder am kleinsten bei Zink und Blei, am grössten bei Kupfer,

Eisen, Platin und Kohlenstoff ist, ohne dass sich jedoch eine vollständige Regelmässigkeit dabei eingehalten fände.

Bezüglich der magnetischen Eigenschaften zeigen sich stark magnetisch die Elemente und theilweise deren Verbindungen und Legirungen, deren Produkte aus Schmelztemperatur und spezifischer Wärme, so wie deren relative Wärme beträchtlich sind. Zunächst ist bei Eisen, Nickel und Kobalt  $\sqrt[3]{Ts} = 6,0$ ,  $\Delta s = 0,90-0,94$ ; bei Mangan, Chrom und Titan  $5,6-6$  und  $0,70-0,94$ ; bei Palladium, Platin und Osmium, den schon sehr wenig magnetischen Körpern,  $4,4-4,6$  und  $0,70-0,71$ . Bei den diamagnetischen Elementen steigt der Werth  $\sqrt[3]{Ts}$  nicht über 5, fällt bei den äussersten — Antimon und Wismuth — auf 2,4 und 3,3, wobei die Werthe von  $\Delta s$  bei denjenigen der sich den magnetischen am meisten nähernden Körper — Wolfram, Iridium und Rhodium — auf 0,70 steigen, bei Antimon und Wismuth auf 0,33 und 0,30 herabsinken. Wesentliche Ausnahmen bilden Cerium mit weniger hoher Schmelztemperatur, das den magnetischen Stoffen zugezählt wird und Kupfer und Silber, welche trotz höherer Schmelztemperatur und höherer spezifischer Wärme zwischen Rhodium und Blei in die Reihe der diamagnetischen Körper einrangiren.

Bestimmter ist die Einordnung der Körper nach der Werthigkeit des Rotationsmagnetismus an die Festigkeit und Wärme geknüpft, da jene Eigenschaft, wie indessen längst bekannt, sich ähnlich wie die Leitungsfähigkeit vertheilt findet. Hierbei macht allerdings Eisen eine Ausnahme.

Die Verbrennungswärme wurde früher als in umgekehrtem Verhältnisse zu der Leitungsfähigkeit von Wärme



und Elektrizität stehend angegeben, was in der That für eine Reihe von Metallen gut stimmt. Bei näherer Betrachtung sind jedoch die einzelnen Werthe auszuscheiden, je nach dem die aufgenommenen Sauerstoff- oder Chlormengen kleiner oder grösser sind. Bei der Verbindung der Metalle mit 1 Theil Sauerstoff entspricht die dabei erzeugte Wärmemenge ( $W$ ) den Werthen des Atomvolumens mal der spezifischen Wärme, wie folgende Zusammenstellung zeigt.

	$W$	$s \sqrt[3]{\frac{A}{\Delta}}$
Magnesium	6077	0,60
Calcium	3284	0,50
Strontium	1495	0,23
Eisen	1350	0,22
Zink	1300	0,21
Kupfer	590	0,18
Zinn	574	0,14
Blei	250	0,09
Quecksilber	150	0,08

Durch direkte Benutzung des letzten Ausdruckes und Einführung eines Masstabwerthes lassen sich schon fast direkt aus der zweiten Reihe die Werthe der ersten ableiten.

Bei der Verbindung mit 2 Sauerstoff ergeben sich:

	$W$	$s \sqrt[3]{\frac{A}{\Delta}}$
bei Kohlenstoff	8000	0,82
» Schwefel	2200	0,40
» Selen	730	0,19

Durch Quadriren des zweiten Ausdruckes vervielfacht mit 10800 und dem Zusatze der Constanten 400,

berechnen sich die Werthe zu 7700, 2130 und 780, somit schon sehr nahe der Beobachtung entsprechend.

Für die folgenden Verbindungen werden die Werthe:

	$W$	$s \sqrt[3]{\frac{A}{\Delta}}$
$\text{Na}_2\text{O}$	3290	0,84
$\text{K}_2\text{O}$	1745	0,60
$\text{Tl}_2\text{O}$	103	0,09
$\text{Ag}_2\text{O}$	27	0,12
$\text{P}_2\text{O}_3$	5700	0,46
$\text{As}_2\text{O}_2$	1030	0,19
$\text{J}_2\text{O}_5$	176	0,16
$\text{Bi}_2\text{O}_3$	96	0,08

Die eingehenderen Untersuchungen dieser Beziehungen, namentlich mit Hülfe von ausgedehnterem Beobachtungsmateriale, dürften zu, auch für die theoretischen Anschauungen, werthvollen Resultaten führen.

Wenn für jede Serie der Oxydationsstufen sich die Werthe von  $s \sqrt[3]{\frac{A}{\Delta}}$  in andere Verhältnisse unter sich und gegenüber den Werthen der Wärmeentwicklung stellen, so ähneln die hier sich zeigenden Beziehungen jenen bei dem Verhältnisse der Siedetemperatur zu der Schmelztemperatur vorkommenden.

Rechnet man die Werthe der Siede- und Schmelztemperaturen vom natürlichen Nullpunkte aus, dann verhalten sich die ersten zu den letzteren

bei Chlor, Brom und Jod wie 1,2 : 1.

In der That sind:

	Schmelztemperatur		Siedetemperatur
für Chlor	198	$\times 1,2 =$	238
» Brom	266	$\times 1,2 =$	319
» Jod	387	$\times 1,2 =$	464

Der Faktor wird zu 1,8 ( $= 1,5 \cdot 1,2$ ) bei: Aluminium, Antimon, Cadmium, Indium, Magnesium, Phosphor, Schwefel, Selen, Thallium und Zink und

zu 2,7 ( $= 1,5 \cdot 1,8$ ) bei:

Blei, Kalium, Natrium, Quecksilber, Rubidium, Wismuth und Zinn.

Gewisse Beziehungen zu den Eigenschaften der einzelnen Körper, namentlich der auf die Wärmeerscheinungen bezüglichen sind nicht zu verkennen, ein durchschlagendes Gesetz liess sich indessen nicht andeuten.

Bei den Verbindungen scheinen ähnliche Verhältnisse zu bestehen. Bei einer Zusammenstellung von organischen Verbindungen liegen indessen die Faktorenwerthe zwischen 1,2 und 1,8. Gerade bei diesen Verbindungen würde eine eingehende Untersuchung derartiger Beziehungen der Theorie sehr förderlich werden können. Es haben beispielsweise Blausäure und Anthracen, trotz ihrer sehr verschiedenen Zusammensetzung, den gleichen Faktor 1,2, während das so ähnlich zusammengesetzte  $\alpha$ - und  $\beta$ -Naphthol die Faktoren 1,5 und resp. 1,4 besitzen.

Mit der Förderung der Erkenntnisse der gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Erscheinungen an den Körpern, vermag man tiefer in das innere Wesen derselben einzudringen.

#### IV. *Die Temperaturen im Innern der obersten Erdschichten.*

Die beim Messen der Temperaturen der obersten Erdschichten in Bohrlöchern, Bergwerken und Tunnelanlagen erhaltenen Resultate weichen sehr von einander ab. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine, der Einfluss eindringenden Wassers, die Zuströmung der Luft u. s. w. machen ihren Einfluss dabei geltend.

Die Resultate der als am zuverlässigsten angesehenen Messungen lassen sich durch die einfache Formel

$$t^2 = 1,8 (T + 50)$$

darstellen, wenn  $t$  die beobachteten Temperaturen in Celsius-Graden,  $T$  die Tiefen in Metern bezeichnen.

Die Gegenüberstellung einiger berechneter und beobachteter Temperaturwerthe mag die Richtigkeit darlegen.

$T =$	Tiefe	Temperaturen		Ort
	in Metern	berechnete	beobachtete	der Beobachtung
	0	9,48°	9,50°	Mittel einer Anzahl Jahrestemperaturen mitteleuropäischer Orte
	3	9,75	9,70	Dresden
	27,6	11,80	11,60	Paris, Observatoire
	223	22,16	21,60	Sperenberg, Bohrloch
	414	26,89	26,60	» »
	669	35,97	35,90	» »
	828	39,75	39,40	» »
	1266	48,68	45,25	Schladebach »
	1390	50,90	48,10	» »
	1506	53,02	52,88	» »
	1626	54,91	55,00	» »
	1716	56,40	56,63	» »

Das 1268,6 m tiefe Sperenberg-Bohrloch in der Mark Brandenburg wurde durch dasjenige von Schladebach in Schlesien mit 1748,4 m (bei 1650 m unter der Meeresoberfläche) überholt. Die in letzterem erhaltenen Temperaturbestimmungen, namentlich in dem unteren Drittel, werden für besonders zuverlässig angesehen. In dem ersteren Bohrloche betrug die Maximaltemperatur 48,1° C., während die obige Formel 48,7° ergibt.

Graphisch aufgetragen liegen die beobachteten Temperaturwerthe nahe auf einer parabolischen Curve. Die älteren Werthe, wie diejenigen aus Gruben und Tunneln bleiben für die gleichen Tiefen unter obigen Werthen.

Beispielsweise ergaben:

Tiefe	Temperatur	Ort der Beobachtung	
209 m	17,4°	Bex,	Bohrloch
218 »	17,25	Rüdersdorf	<small>in der Mark Brandenburg</small> »
528 »	27,75	Neusalzwerk	»
738,5 m	34,0	Orley Mines,	Bergwerk.

Es bleiben die Temperaturen der Bohrlöcher um 4, diejenige der Orley Mines (England) um 3,5° gegenüber den sich durch die Formel ergebenden Werthen zurück. Für die Beobachtungen im Gotthardtunnel bei 1300 m mittlerer Ueberlagerungshöhe ergab sich eine Temperatur von 30,5°, während in Mont-Cenis-Tunnel bei 1550 m Ueberlagerung 31° gemessen wurden. Hier betragen die Abweichungen gar 18°. In den Kohlenzechen St. André du Poirier, Frankreich, steigt sogar bei 1000 m Tiefe die Temperatur selten über 19°, während sie nach obiger Berechnung im Gestein 42° betragen sollte.

Die Temperatur des gefrorenen Bodens (bleibender Eisboden) beträgt, bei einer mittleren Lufttemperatur von — 9,7° bei Jakutzk

in	15,2 m Tiefe	—	7,8°
»	36,3 »	»	— 5,0°
»	116,5 »	»	— 0,6°

Es nimmt somit bei 116,5 m Tiefe die Temperatur um 9,1° nach unten zu. Nach obiger Formel sollte sie nur um 7,84° zunehmen.

In allen diesen Fällen machen sich ungleiche Einflüsse geltend, wodurch sich die Zahlenwerthe wohl ähnlichen aber nicht den gleichen Formeln anschliessen lassen. Da ferner über das Innere der Erde nichts bekannt ist und das tiefste Bohrloch noch verschwindend klein ist gegen den Erdradius von 6377 km, so kann nur

als Resultat der Rechnung angesehen werden, wenn nach obiger sich gut an die als am zuverlässigsten geltenden Beobachtungswerthe anschliessende Formel in 2220 km Tiefe eine Temperatur von  $2000^{\circ}$ , im Erdmittelpunkte eine solche von  $3385^{\circ}$  herrschen sollte.

Von einer mittleren Temperaturzunahme auf eine bestimmte Tiefe zu sprechen ist gerechtfertigt, nicht aber von einer solchen für unbestimmte Tiefen oder als allgemein geltende. Das Sperenberg-Bohrloch ergibt bis 828 m Tiefe für je 27,3 m eine Temperaturzunahme von 1 Grad C., dasjenige von Schladebach für je 36,5 m eine ebensolche. Für das Kissinger Bohrloch fände sich die geothermische Tiefe zu 26,9 m, da es bei 628 m Wasser von  $32,8^{\circ}$  auswirft. Nach obiger Formel sollte die Temperatur etwas höher,  $33,4^{\circ}$ , sein.

---

### **Diagnoses Vulsellarum**

ex agris Aegyptiae nummuliticis,

auctore

**C. Mayer-Eymar**, Prof.

Maius 1891.

---

Significant: (1) rarissimum; (2) rarum; (3) non rarum; (4) frequens  
et (5) abundans.

~~~~~

E serie Vulsellae deperditae.

**Vulsella angulosa**, May.-Eym.

1861. Vulsella deperdita, Wood, Eoc. Biv., p. 35  
(p. p.) t. 9, f. 2, a(?), b (non Lam.).