

4. Ueber Aenderungen in der Anziehungskraft der Erde.

Von Herrn F. W. PFAFF in München.

Hierzu Tafel LVII.

Im Jahre 1890 habe ich in dieser Zeitschrift eine Reihe von Beobachtungen veröffentlicht, die ergeben hatten, dass die Erdanziehung an einem Orte beträchtlichen Schwankungen unterliegt. Wie es manchmal in der Eigenart von Beobachtungen liegt, die zum ersten Male angestellt werden, so waren auch jene lückenhaft. Besonders störend wirkte dies auf die Erklärung der Störungen. Der Hauptgrund davon lag erstens in der zur Anwendung gelangten Methode, die nicht den jeweiligen Gang der Bewegung des Apparates erkennen liess, und zweitens in der Construction des Apparates selbst. Ich war deshalb seit dieser Zeit bemüht, einen einfacheren und genauer gehenden Apparat zu construiren, der über die jeweilige Bewegung keinen Zweifel obwalten lassen sollte.

Wenn ich auch diesmal über keine längere Beobachtungsdauer berichten kann, so glaube ich doch bei der Einfachheit des Apparates im Stande zu sein, genauere Angaben über den Grund der Schwerestörungen machen zu können.

Zugleich komme ich hier mit Freuden der angenehmen Pflicht nach, Herrn Hofrath HILGER und Herrn Hofrath LÜROTH für die Unterstützung, die sie mir gewährten, sowie meinem Freunde MAHLSTÄDT, der mir beim Aufstellen und Beobachten öfters bebüßlich war, meinen besten Dank auszusprechen.

Der Hauptsache nach besteht der Apparat aus einer Spiralfeder und einer Kette, beide aus demselben Stahldraht gefertigt und in derselben Weise gehärtet und angelassen. Die Feder ist aus einem Stück gewickelt, hat 598 Umgänge und war, ohne dass sie sich um 0,01 mm verändert hätte, seit dem Jahre 1890 mit 1278 gr belastet und bis auf eine Länge von 1,600 m ausgedehnt gewesen. Bei diesen Versuchen dagegen war die Feder nur mit 725 gr bis zu einer Länge von 1,3 m ausgedehnt worden. Feder und Kette hingen so nahe bei einander, dass sie

sich nicht berühren konnten. An der Kette hing in einem hufeisenförmig gebogenen Stahlhalter auf zwei Achatlagern ein Spiegel an einer Stahlschneide, die der Vorderseite des Spiegels entgegengesetzt eine zweite, jedoch nach oben gerichtete Schneide trug.

Auf diese zweite Schneide legte sich von der Feder aus ein kleiner Arm von oben, wiederum mit einem Achatlager. Der Arm war am unteren Ende der Feder so befestigt, dass er sich gegen leichten Druck, wie ihn das Bewegen des Spiegels erforderte, nur parallel mit sich selbst auf und ab bewegen konnte. Dieses System hing an einer gemeinsamen Platte in zwei Haken, die durch einen starken Eisenstift mit Ring an der Wand aufgehängt war. Der ganze Apparat war mittelst Gummistopfen fest in einem Glassrohr eingeschlossen, an dessen unteren erweiterten Theil ein Spiegelglasfenster zur Spiegelablesung eingelassen war. Im untersten Theil des Rohres befand sich zum Trocknen der Luft Chlorcalcium.

Die entgegengesetzten Schneiden, auf denen einerseits die Feder durch den Arm, andererseits der Spiegel aufruhten, hatten von einander eine Entfernung von 1 mm. Die Ablesung geschah mittelst eines Fernrohres, das noch erlaubte $\frac{1}{2}$ mm deutlich abzulesen. Die Skala war in der üblichen Weise neben dem Fernrohr angebracht und in einzelne Millimeter getheilt.

Die Entfernung des Fernrohres und der Skala vom Spiegel betrug 7,53 m.

Die gleich näher zu besprechenden Beobachtungen wurden in den Monaten Februar und März in Freiburg i. B. ausgeführt. Obwohl schon im Herbst mit Aufstellung des Apparates begonnen worden war, so konnten die maassgebenden Beobachtungen doch erst am 20. März begonnen werden, da der Apparat verschiedene Male umgestellt und Abänderungen an ihm vorgenommen werden mussten. Der Ort, worin er sich befand, war der in Gneiss gehauene ehemalige RENZ'sche Bierkeller, der nun der Stadt Freiburg gehörig zum grössten Theil leer steht, und dessen Benntzung ich der Freundlichkeit des Herrn Hofrath LÜROTH verdanke.

Ungefähr 80 m im Keller neben dem einen Hauptgange befindet sich eine kleine Nebenhalle, worin zuletzt der Apparat seine Aufstellung erhielt. Der Berg, worin sich der Keller befindet, heisst der Schlossberg. Im Süden wird er von der Dreisam begrenzt und ist der westlichste Ausläufer einer aus dem Schwarzwald sich nach W erstreckenden Bergreihe, der von dem nächsten höheren Punkte, dem Rosskopf, durch einen Sattel getrennt wird. Nach N zu wird er ebenfalls durch ein Thal, das Immenthal, von den nördlichen Höhen getrennt und erscheint so als ziemlich alleinstehende Gneisserhebung. Grössere Fabriken, die den Berg erzittern machen könnten, sowie Eisenbahnstrecken

finden sich in der Nähe nicht. Trotzdem konnte an verschiedenen Tagen keine Ablesung gemacht werden, oder war unsicher, weil entweder der Spiegel starke Horizontal- oder Vertical-Schwankungen machte. Ob diese auf Erschütterungen, hervorgebracht durch örtliche Rutschungen oder auf schwache Erdstöße zurückgeführt werden mussten, bleibt dahingestellt, da nur ein einziges Mal ein sich ebenfalls im Keller befindlicher Seismograph einen westlichen Stoss aufgezeichnet hatte. Wenn auch die häufigen kleinen Bewegungen, die den Spiegel um 1 Skalatheilstrich schwanken liessen, der Ablesung keinen Abbruch thaten, so stellte sich doch mit der Zeit heraus, da der Apparat nur selten ganz zur Ruhe kam, dass Freiburgs Boden für derartige Beobachtungen nicht geeignet ist. Durch starke Bewegung zeichneten sich so die 1. und 3. Woche des Januar, der 6., 17. — 19. und der 20. — 27. Februar und schliesslich bei Eintritt des wärmeren Wetters die 2. Hälfte des März aus, so dass ich mich genöthigt sah, mit dem 10. März jede weitere Beobachtung aufzugeben. Bei den Beobachtungen hatte ich das Augenmerk darauf gerichtet, hauptsächlich zur Zeit der oberen und unteren Culmination von Sonne und Mond oder kurz nachher zu beobachten. Meine anderweitige Beschäftigung als Assistenz am geologisch mineralogischen Institut erlaubte mir natürlich nicht, immer diese Zeiten einzuhalten, namentlich was den Mond betrifft sah ich mich genöthigt, mit den Stunden vor 8 Uhr Morgens und nach 1 Uhr Mittags zufrieden zu sein. Dass ich Nachts nicht zu jeder Zeit an Ort und Stelle sein konnte, ist auch leicht begreiflich, doch waren am 7. März die Beobachtungen von Abends 6 bis am 8. Mittags 12 alle 2 Stunden vorgenommen worden.

Auf den Apparat konnten neben den Einflüssen der veränderten Anziehungskraft nur Temperatur, vielleicht auch noch der Barometerstand und die Feuchtigkeit Einfluss haben. Letzterer Umstand, die Feuchtigkeit konnte, da der Apparat vollständig in Glas eingeschlossen und das Rohr mit gut schliessendem Gummistopfen gedichtet und verschlossen war und sich zudem noch eine beträchtliche Menge Chlorcalcium darin befand, das sich beim Abnehmen des Apparates noch vollständig trocken erwies, ausser Acht gelassen werden.

Dagegen schien es nothwendig, die Temperatur und den Gang des Barometers genau damit zu vergleichen. Jene wurde an einem in 0.1 Grad C. getheilten Thermometer, diese an einem Aneroid abgelesen.

Zum leichteren Vergleich und zur Uebersicht wurden nun die auf Tafel LVII aufgezeichneten Curven entworfen. Die
 ----- Curve bedeutet den Gang des Barometers, die

————— Curve den des Thermometers, die Curve - + - + - + -
den des Apparates.

Um den theoretischen Gang der Anziehung vor Augen zu führen, wurde der Gang der Sonne in der ----- Curve und der des Mondes in der Curve aufgezeichnet. Die horizontallaufende Linie bedeutet die Zeit des Auf- und Unterganges von Sonne und Mond, dabei wurde der Einfachheit halber der Stand der Sonne wie zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche angenommen, was in Anbetracht ihrer geringeren Wirkung und der Jahreszeit keinen erheblichen Fehler ausmacht. Der Mond dagegen wurde genau nach Aufgangs- und Untergangsstunden aufgezeichnet, und ihn, da er ungefähr 2.5 Mal die Sonne an Einwirkung übertrifft, eine 2,5 Mal höhere Curve gegeben. Die höchste Stelle der Curve bezeichnet also die Zeit der oberen, die tiefste die der unteren Culmination. Uebersieht man diese Curven, so zeigt sich sofort, dass der Gang des Apparates vollständig unbeeinflusst bleibt von dem des Thermometers und Barometers. Weiter zeigt sich, dass vom 20.—29. Februar sein Gang keinerlei mit Mond und Sonne ähnliche Kurve macht, und sein Gang erscheint, da sich beide entgegenarbeiten, ganz unverständlich.

Am 27. Februar zeigte sich eine sehr starke, nach abwärts gerichtete Bewegung, die auf einen zu dieser Zeit eingetretenen Erdstoss, der wahrscheinlich eine Verrückung in der Kette zur Folge hatte, zurückgeführt werden muss. Vom März aber scheint in den Gang einige Regelmässigkeit zu kommen. Hier nähern sich die Culminationen von Mond und Sonne, und die sich mehr und mehr vereinenden gemeinsamen Wirkungen bringen den Apparat zu einer täglich auf- und absteigenden Bewegung. Doch sind diese Sonne und Mond folgenden Bewegungen nicht von gleicher Grösse. Leider war in dieser Zeit der Apparat ziemlich stark bewegt, was namentlich vom 27. März gilt, an dem sehr starke Horizontal- und Vertical-Bewegung des Spiegels eintrat. Am 8. zur Zeit des Neumondes tritt eine sehr starke bis Mittag aufwärts bis 1 Uhr am 9. Morgens abwärts gerichtete schwächere, dann eine wieder schwächer aufwärts gerichtete und schliesslich, bis zum Morgen des 10., eine stark abwärts gerichtete Bewegung ein. Dann nahmen die Bewegungen in ihrer Stärke ab, doch sind sie sich sehr ähnlich bis am 14., an dem die Culminationen schon beträchtlich auseinanderliegen, grössere Unruhe im Apparat und damit bedingt ein unregelmässiger Gang eintritt. Vergleicht man die einzelnen Curven von 8.—13. unter sich selbst, so zeigt sich, dass von 12 Nachts bis 1 Uhr eine

starke aufsteigende Bewegung eintritt, diese wird schwächer, doch hält sie an bis Mittag 12, geht dann in eine abwärts gerichtete über bis wieder Nachts 12, um dann denselben Gang, wie oben beschrieben, wieder zurückzulegen. Zu dieser Zeit trat trocknes klares, aber windiges Wetter ein, was vielleicht zur Folge hatte, dass nun im Apparat solche Unruhe eintrat, wie z. B. am 14. und 15., dass ich es vorzog, die Beobachtungen, da ich Ende März von Freiburg überhaupt weg musste, einzustellen.

Mögen diese Beobachtungen auch sehr kurz angestellt und die äusseren Bedingungen noch so ungünstig sein, so geht doch aus ihnen mit aller Sicherheit hervor, dass die vom Apparat angezeichneten Schwankungen allein auf Sonne und Mond zurückzuführen sind. Wenn ich oben darauf hinwies, dass eingetretene andere Witterung mit die Unruhe im Gebirge veranlasst haben könnte, so möchte ich daran erinnern, dass schon von v. REPEUER PASCHWITZ durch seine Beobachtungen am Horizontalpendel in Teneriffa und in Wilhelmshafen¹⁾ darauf geführt und von ihm auch zuerst ausgesprochen wurde. Dass aber gerade im Gebirge beim Eintreten der trockeneren und wärmeren Witterung sehr leicht Rutschungen u. s. w. auftreten, die den Boden auf weite Strecken unruhig machen, ist leicht verständlich.

Obwohl diese Beobachtungen kaum erlauben, genauere Messungen über die Grösse der Schwankungen anzustellen, da dies nur an einem ganz ruhigen Ort und nach längerer selbstthätiger Aufzeichnung des Ganges mit einiger Genauigkeit ausgeführt werden kann, so liegt doch die Versuchung nahe, dies jetzt schon zu versuchen.²⁾

Ohne auf die Ergebnisse grösseren Werth zu legen, so mögen doch die Rechnungen folgen. Nehmen wir an, dass sich die Feder proportional zur Zunahme des Gewichtes verlängert habe, was bei dieser im Verhältniss so wenig belasteten Feder gewiss angenommen werden darf, so findet sich bei Zugrundelegung der regelmässigen Bewegungen vom 11. — 14. März folgende Grösse. Die Spiegelablesung betrug im Durchschnitt 5,83 mm. Da nun der Spiegel von Skala und Fernrohr 753 cent. entfernt war, so beträgt die wirkliche Bewegung des Gewichtes bei Zugrundelegung des Abstandes der Schneiden, der 1 mm beträgt

$$\frac{5,83}{7530 \times 2} = 0,00038712 \text{ mm.}$$

¹⁾ v. REPEUER-PARCHWITZ. Astronom. Nachrichten, 1892, CXXX, p. 206.

²⁾ Da ich jetzt durch weit feinere Apparate in den Stand gesetzt bin, in einiger Zeit viel genauere Daten liefern zu können, so behalte ich mir über diesen Gegenstand weitere Mittheilungen vor.

Da aber das Gewicht die Feder um 564 mm ausgedehnt hat,
 so hätten wir $= \frac{564}{0,00038712} = 1.456912$.

Es beträgt also die durch Sonne und Mond hervorgebrachte Aenderung in der Anziehungskraft $= \frac{1}{1.456912}$. Berechnen wir aus dem grösseren Gangunterschiede aber die Aenderung, so finden wir, da derselbe 21 mm beträgt, dass sie $\frac{1}{402462}$ ausmachen würde.

Bei meiner ersten Veröffentlichung hatte ich zur Berechnung der Grösse der Schwankungen unrichtiger Weise den grössten Gang benutzt und dabei die Zahl $\frac{1}{52066}$ gefunden. Da aber, um ein einigermaassen richtiges Ergebniss zu erhalten, der mittlere Gang genommen werden muss, und derselbe $\frac{1}{5}$ Natriumlichtwellenlänge betrug, so berechnet sich daraus $\frac{1}{212396}$. Es ver-

halten sich demnach die verschiedenen Beobachtungen wie 52000 : 402000 und wie 300000 : 1.457000. Dies würde annähernd den Verhältnissen wie 1 : 8 und 1 : 5 entsprechen.

Da nun bei jenem Apparat die Feder viel stärker belastet war wie bei diesem, so ergibt sich hieraus, dass das Trägheitsmoment bei jenem die starken Bewegungen mit verschuldete.

Die Zahl $\frac{1}{1.457900}$ steht zur berechneten $\frac{1}{4000000}$ im Verhältniss wie 1 : 2,7, wir hätten also eine 2,7 Mal grössere Aenderung in der Anziehungskraft gefunden, als sie sich nach den theoretischen Gesichtspunkten ergibt. Nach unseren Beobachtungen würde die Sonne $\frac{1}{4.373700}$, der Mond $\frac{1}{2.186850}$ betragen.

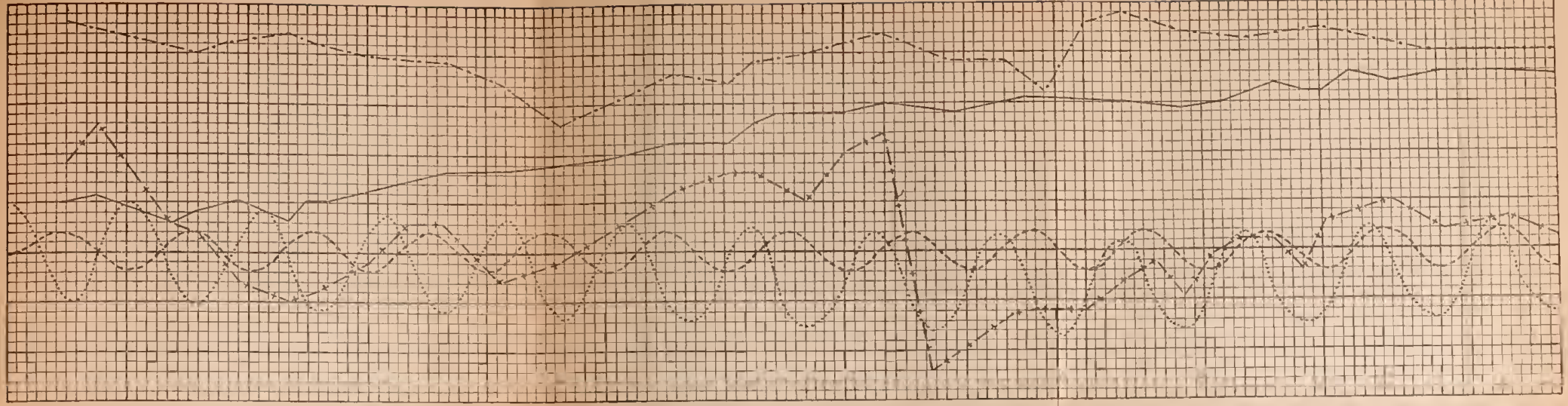
Die im Vorstehenden angegebenen Zahlen beziehen sich auf die Lage von Freiburg i. B., also auf 48° N. Br. Um aber diese Zahlen mit den von THOMSON berechneten vergleichen zu können, müssen diese für jenen Fall umgerechnet werden, bei welchem Sonne und Mond im Zenith stehen, also für den Aequator. Dies ergibt dann die Zahlen:

$$\text{Für Sonne und Mond} = \frac{1}{1.083460}$$

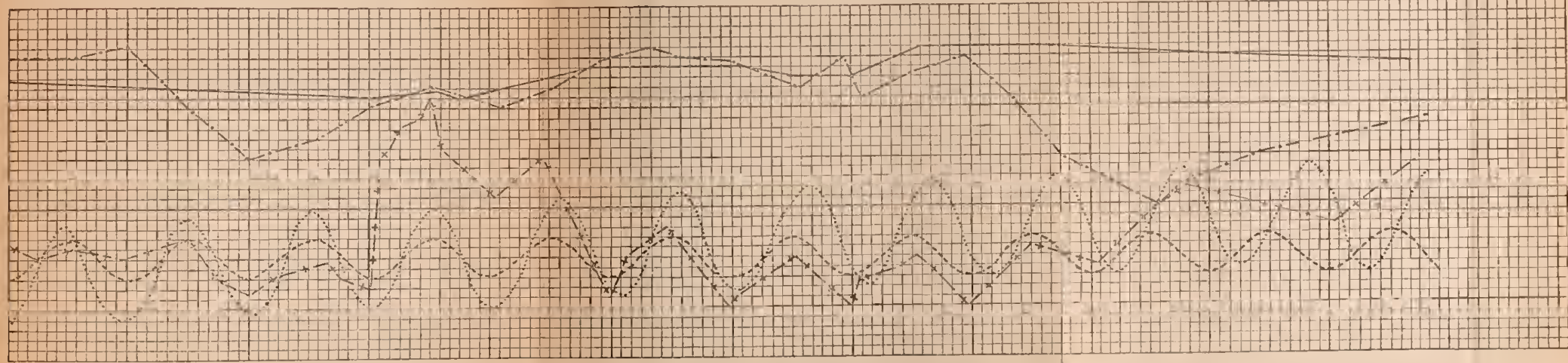
$$\text{Für den Mond allein} = \frac{1}{1.625100}$$

$$\text{Für die Sonne allein} = \frac{1}{3.250300}$$

20. Februar. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 1. März 2. 3. 4.



5. März. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17.



--- Barometer. -+-+-+ Appar. ——— Thermometer. Sonne. Mond.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Pfaff Friedrich Wigand

Artikel/Article: [Ueber Aenderungen in der Anziehungskraft der Erde. 769-774](#)

