

Analogon des Regens, Schnees und Hagels, oder sie sollen aus den metallischen und erdigen Substanzen herkommen, welche das Wasserstoffgas bei seiner Entwicklung auf der Erde auflöst und mit sich in die höchsten Regionen der Atmosphäre hinaufführt, oder aus gewissen unbestimmten Gasen entstehen, welche über den Luftkreis schwimmen, oder endlich ihren Ursprung hauptsächlich dem Erdmagnetismus verdanken, welcher die Metalle und Erden in ihre ferneren gasförmigen Bestandtheile zerlegt, und auf die Weise dieselben in die obersten Schichten der Atmosphäre hinaufstreibt. Ich werde alle diese Ansichten der Reihe nach auseinandersehen und prüfen.

Viertes Capitel.

Die Meteorsteine und der Meteorstaub sind lunarrischen Ursprungs.

Diese Ansicht genoß früher einen großen Kredit bei den Naturforschern, zumal nachdem der berühmte Laplace dieselbe dadurch unterstützt hatte, daß er durch Hilfe der Analysis die Kraft berechnete, mit welcher ein Körper vom Monde entseleudert werden müßte, um aus der Anziehungssphäre desselben zu kommen, und in jene der Erde hereinzufallen, und somit die Möglichkeit eines solchen Ereignisses bewiesen worden war. Allein viele und sehr wichtige Gründe machen eine solche Hypothese unwahrscheinlich; so daß sich heutzutage nur wenige Naturforscher zu derselben bekennen

Ich brauchte nicht lange dabei zu verweilen, hätte sich nicht vor kurzer Zeit der berühmte Berzelius für diese Meinung erklärt, und durch einige neue Gründe, wie durch seine Autorität, derselben einen gewissen Kredit wieder gegeben. Ich werde also zuerst die Berechnungen ¹⁾, worauf die Möglichkeit der Hypothese beruht, hier wiedergeben, dann die weiteren Gründe von Berzelius erörtern und die Gegengründe anführen.

Denke man einmal Mond und Erde ruhend, und nehme an, die gerade Linie, welche die Mittelpunkte der beiden Weltkörper verbindet, und welche ich der Kürze halber Centrallinie nenne, gehe durch einen Mondvulkan, welcher Steine nach der Richtung eben dieser Centrallinie ausschleudert. Bezeichne man ferner mit a die Größe der genannten Linie, mit r und ρ den Radius des Mondes und der Erde, mit x die Entfernung des Projectils von dem Mittelpunkte des Mondes nach Verlauf der Zeit t , und endlich mit h^2 und γ^2 die Intensität der Anziehungskraft des Mondes und der Erde in der Einheit der Entfernung von ihrem Mittelpunkte. Da nach dem bekannten Satze der Mechanik die Anziehungskräfte sich umgekehrt verhalten, wie die Quadrate der Entfernungen, so wird das in der Entfernung x vom Mittelpunkte des Mondes befindliche Projectil von demselben mit der Kraft $\frac{h^2}{x^2}$, von der Erde

1) Diese Rechnung entlehne ich theils von der Mechanik, theils von einer früheren Abhandlung von Poisson, indem ich mir einige, mir zweckmäßig erscheinene Veränderungen erlaube, und Einiges weiter ausführe.

aber mit der Kraft $\frac{\gamma^2}{(\alpha-x)^2}$ angezogen. Die beschleunigende Kraft φ , welche an dieser Stelle auf das Projectil wirkt, wird der Ueberschuß der zweiten Kraft, welche x zu vergrößern strebt, über die erste seyn, welche x zu vermindern sucht. Es ist demnach

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{\gamma^2}{(\alpha-x)^2} - \frac{h^2}{x^2}, \text{ und } \frac{dx}{dt}$$

die Geschwindigkeit des Projectils. Multiplicirt man obige Differentialgleichung mit $2 dx$ und integrirt, so erhält man

$$a) \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 = \frac{2\gamma^2}{\alpha-x} + \frac{2h^2}{x} - C$$

wo C die willkürliche Konstante bezeichnet.

Um diese zu bestimmen, nenne man v die anfängliche Geschwindigkeit (also die Wurfgeschwindigkeit) des Mobils, welche der Entfernung $x = r$ entspricht, so wird aus der obigen Gleichung

$$b) v^2 = \frac{2\gamma^2}{\alpha-r} + \frac{2h^2}{r} - C$$

Substituirt man den Werth von C aus dieser in die obere Gleichung, so ergibt sich

$$c) \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 = v^2 + 2\gamma^2 \left(\frac{1}{\alpha-x} - \frac{1}{\alpha-r} \right) - 2h^2 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

Diese Gleichung giebt die Geschwindigkeit des Projectils für jede Entfernung desselben vom Mittelpunkte des Mondes. Bezeichne man nun mit δ eben die genannte Entfernung, wenn das Projectil an einem Punkte D der Centrallinie gelangt, wo dasselbe gegen Mond und Erde gleich gravitirt, so wird $\frac{h^2}{\delta^2} = \frac{\gamma^2}{(\alpha-\delta)^2}$

woraus sich $d) \delta = \frac{\alpha h}{\gamma + h}$ ergibt. Nenne man ferner f

die kleinste anfängliche Geschwindigkeit, welche nöthig ist, um das Projectil bis zum Punkte D hinzutreiben, wo es angelangt eine Geschwindigkeit $= 0$ haben wird, so ist zugleich $v = f$; $x = \delta$; $\frac{dx}{df} = 0$, und aus der Gleichung (c) ergibt sich

$$c) f^2 = 2\gamma^2 \left(\frac{1}{\alpha - r} - \frac{1}{\alpha - \delta} \right) + 2h^2 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\delta} \right)$$

Ist nun die Wurfgeschwindigkeit kleiner als f , so wird das Projectil auf den Mond zurück fallen; ist sie hingegen größer, so überschreitet es den Punkt D und fällt auf die Erde. Im Falle $v = f$ ist, wird das Projectil eine unendlich große Zeit brauchen, um den Punkt D zu erreichen, weil es in einem unendlich kleinen Abstände von dem genannten Punkte von einer unendlich kleinen Kraft sollicitirt werden, und sonach eine unendlich kleine Geschwindigkeit haben muß.

Die Intensitäten der Anziehung zweier Körper in der Einheit der Entfernung verhalten sich wie die Massen der Körper selbst. Ist also m die Masse des Mondes, μ die der Erde, so wird $h^2 = \frac{\gamma^2 m}{\mu}$. Ferner hat man aus der Wirkung des Mondes auf die Erhebung des Meerwassers geschlossen, daß die Masse des Mondes zu der der Erde in dem Verhältnisse 1: 75 steht, welches ich mit k bezeichnen will. Es ist also $h^2 = \frac{\gamma^2}{k}$. Auch kann man ohne erheblichen Fehler $\alpha = 60 e$ setzen. Durch Substitution dieser Werthe und gehöriger Rechnung findet man aus (d)

$$\delta = (0,10352) \alpha = (0,10352) 60 e,$$

und aus (e),

$$f^2 = (0,014891) \frac{2\gamma^2}{\rho}.$$

Heißt nun g die Anziehungskraft der Erde an ihrer Oberfläche, so ist $\gamma^2: g = \rho^2: 1$; also $2\gamma^2 = 2g \rho^2$.

Da ferner $g = 9,80896$, und $\pi \rho = 20000000^m$ ist, so findet man nach gehöriger Rechnung $f = 2368$, oder 7300 par. Fuß in runder Zahl.

Eine zwanzigpfündige Kanonenkugel durchläuft bei mittlerer Ladung ungefähr 1400 Fuß in einer Secunde, kann aber, bei einer stärkeren Ladung, einige Hundert Fuß mehr durchlaufen. Der Mondvulkan braucht demnach das Projectil mit einer Geschwindigkeit auszuschießern, welche ungefähr der vierfachen Geschwindigkeit einer zwanzigpfündigen Kanonenkugel gleichkommt, um dasselbe über die Anziehungssphäre des Mondes zu treiben, was gewiß nicht unmöglich ist. Löst man die Gleichung (a) nach dt auf, so findet man

$$f) dt = \frac{\sqrt{a x - x^2} \cdot dx}{\sqrt{2a h^2 - (2h^2 - 2\gamma^2 + a C) x + C x^2}}$$

Das Integral dieser Formel kann nur durch elliptische Bogen ausgedrückt werden: so daß wenn man Tabellen für solche Bogen, wie für die Kreisbogen hätte, man die jeder Entfernung x entsprechende Zeit daraus berechnen könnte. Doch kann man außer dem Falle, wo eine der Anziehungskräfte $= 0$ wäre, das Integral obiger Formel in endlicher Form auch dann erhalten, wenn die unter dem Wurzelzeichen im Nenner befindliche GröÙe ein vollständiges Quadrat ist. Diese Be-

dingung fordert aber daß $(2h^2 - 2\gamma^2 + \alpha C)^2 = 8h^2 \alpha C$ sey; woraus sich

$$g) \quad C = \frac{2}{\alpha} (h \pm \gamma)^2 \text{ ergibt.}$$

Substituirt man diesen Werth von C in die Gleichung (b), so wird man finden, daß das positive Zeichen einen Werth von v giebt, welcher gerade der von f ist, wenn auch in die Gleichung (c) statt δ der Werth desselben aus (d) substituirt wird. Das negative Zeichen hingegen giebt dem v einen größeren Werth als f , und zwar wird dadurch nach gehöriger Rechnung $v = 2605^m$ gefunden. Durch die Substitution dieses zweiten Werthes von C in die Gleichung (f) ergibt sich

$$dt = \sqrt{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sqrt{\alpha x - x^2} \cdot dx}{\alpha h + (\gamma - h)x}; \text{ u. da } \gamma = \rho \sqrt{g}; h = \frac{\rho \sqrt{g}}{\sqrt{k}}$$

ist, so erhält man durch Substitution

$$h) \quad dt = \sqrt{\frac{\alpha k}{2 g \rho^2}} \cdot \frac{\sqrt{\alpha x - x^2} \cdot dx}{\alpha + (\sqrt{k} - 1)x} \text{ u. durch Integration) } ^1)$$

1) Um die Formel (h) zu integriren, nenne man dZ den verän-

derlichen Faktor $\frac{\sqrt{\alpha x - x^2} \cdot dx}{\alpha + (\sqrt{k} - 1)x}$, und setze

$\sqrt{\alpha x - x^2} = xy$; daraus ergibt sich

$$x = \frac{\alpha}{1 + y^2}; \quad dx = - \frac{2 \alpha y \, dy}{(1 + y^2)^2}; \text{ und durch}$$

$$\text{Substitution } dZ = - \frac{2 \alpha y^2 \, dy}{(1 + y^2)^2 (\sqrt{k} + y^2)}.$$

zerlegt man jetzt dies in Partialbrüche, indem man

$$\frac{2 \alpha y^2 \, dy}{(1 + y^2)^2 (\sqrt{k} + y^2)} = \frac{A + B y + C y^2 + D y^3}{1 + 2 y^2 + y^4}$$

$$t = \sqrt{\frac{ak}{2gq^2}} \cdot \frac{a}{(\sqrt{k}-1)^2} \left[2\sqrt{k} \cdot \arctan\left(\frac{\sqrt{ax-x^2}}{\sqrt{k} \cdot x}\right) \right. \\ \left. + (\sqrt{k}-1) \frac{\sqrt{ax-x^2}}{a} - (\sqrt{k}+1) \right. \\ \left. + \arctan\left(\frac{\sqrt{ax-x^2}}{x}\right) + C \right]$$

+ $\frac{E + Fy}{\sqrt{k} + y}$ setzt, die Brüche in gleiche Benennung bringt, und die Coefficienten A, B, etc. nach dem bekannten Satze der Analysis bestimmt, so ergibt sich auf diese Art

$$A = \frac{2a}{(\sqrt{k}-1)^2}; \quad B = 0; \quad C = \frac{2a\sqrt{k}}{(\sqrt{k}-1)^2};$$

$$D = 0; \quad E = -\frac{2a\sqrt{k}}{(\sqrt{k}-1)^2}, \text{ und durch Substitution}$$

$$dZ = \frac{2a}{(\sqrt{k}-1)^2} [\sqrt{k}(\sqrt{k} + y^2)^{-1} dy \\ - (1 + y^2)^{-2} dy - \sqrt{k} y^2 (1 + y^2)^{-2} dy].$$

Durch die partielle Integration der verschiedenen Theile dieses Ausdruckes findet sich sodann

$$\text{I. } \int (\sqrt{k} + y^2)^{-1} dy = \frac{1}{\sqrt{k}} \arctan\left(\frac{y}{\sqrt{k}}\right).$$

$$\text{II. } \int (1 + y^2)^{-2} dy = \frac{1}{2} y (1 + y^2)^{-1} \\ + \frac{1}{2} \arctan(y).$$

$$\text{III. } \int y^2 (1 + y^2)^{-2} dy = -\frac{y}{2} (1 + y^2)^{-1} \\ + \frac{1}{2} \arctan(y)$$

und durch Substitution

$$Z = \frac{a}{(\sqrt{k}-1)^2} \left[2\sqrt{k} \arctan\left(\frac{y}{\sqrt{k}}\right) \right. \\ \left. + \frac{1}{2} (\sqrt{k}-1) y (1 + y^2)^{-1} - \frac{1}{2} (\sqrt{k}+1) \right. \\ \left. \times \arctan(y) + C \right].$$

Substituirt man endlich den Werth von y in den Ausdruck von z, und diesen wieder gehörig in (h), so erhält man obiges Integral für t.

Nimmt man nun den Werth dieses Integrales von $x = r$ bis $x = a - \rho$, und verrichtet die numerische Rechnung, so findet man die Zeit des Falles des Körpers vom Monde bis auf die Erde d. i. $t = 126731'' = 35,166$ Stunden ungefähr. 1)

Nennt man ferner U die Geschwindigkeit des Projectils an der Oberfläche der Erde, oder in der Entfernung $x = a - \rho$ vom Mittelpunkte des Mondes, so findet man vermöge der Gleichung c)

$$i) U^2 = v^2 + 2\gamma^2 \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{a-r} \right) - 2h^2 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a-\rho} \right)$$

Substituirt man ferner in (b) den Werth von C aus (g) mit dem positiven Zeichen, und wieder den erhaltenen Werth von v in (i), und führt die numerische Rechnung aus, so ergibt sich für die Geschwindigkeit, mit welcher das Projectil, abgesehen von dem Widerstande der Erdatmosphäre, an die Oberfläche der Erde gelangen würde, $U = 10596^m$ ungefähr. Allein der Widerstand der Luft würde diese Geschwindigkeit sehr vermindern.

Bisher haben wir noch keine Rücksicht auf die Bewegung des Mondes selbst um die Erde genommen. Diese Bewegung würde keinen großen Einfluß auf die des Projectils haben. Durch die Veränderung der Rich-

1) Poisson hat in einer früheren Abhandlung über diesen Gegenstand die Zeit $t = 64$ Stunden gefunden, wo er aber ein anderes Verhältniß der Massen der beiden Weltkörper, und für g einen geringeren Werth angenommen hat. Auf obiges Verhältniß habe ich, nach Integrirung der Formel, die Rechnung numerisch ausgeführt, und das angezeigte Resultat gefunden.

tung der anfänglichen Bewegung können aber die Fälle auf eine unbestimmte Anzahl vermehrt werden, wo der entschleuderte Körper nicht auf die Erde fallen würde. Eben diese Fälle bleiben uns noch zu untersuchen übrig.

Bezeichnen wir mit x, y, z die rechtwinklichen Koordinaten eines beliebigen Punktes im Raume, den Mittelpunkt des Mondes für den Anfangspunkt, und die denselben mit dem Mittelpunkte der Erde verbindende Linie für die Abscissenlinie genommen, so wird, da in solcher Entfernung die Anziehung des Mondes

$$\frac{h^2}{x^2 + y^2 + z^2}, \text{ und die der Erde } \frac{\gamma^2}{(a-x)^2 + y^2 + z^2}$$

ist, für den Punkt, wo das Projectil von beiden Weltkörpern gleich angezogen wird, die Gleichung

$$\frac{h^2}{x^2 + y^2 + z^2} = \frac{\gamma^2}{(a-x)^2 + y^2 + z^2} \text{ oder } \frac{1}{x^2 + y^2 + z^2} = \frac{k}{(1-x)^2 + y^2 + z^2} \text{ Statt finden.}$$

Wird nun diese Gleichung unter die Form gebracht,

$$(k) \quad x^2 + y^2 + z^2 + \frac{2ax}{k-1} = \frac{a^2}{k-1} \text{ so sieht man,}$$

daß dieselbe zu einer Kugel gehört, deren Radius =

$$\frac{a\sqrt{k}}{k-1} \text{ ist, und deren Mittelpunkt in der Entfernung}$$

$$\frac{a}{k-1} \text{ jenseits des Mittelpunktes des Mondes liegt.}$$

Diese Kugel ist die Anziehungssphäre des Mondes.

Nehmen wir jetzt an, ein Körper sey von der Oberfläche des Mondes nach einer Richtung entschleudert, welche mit der Centrallinie der beiden Weltkörper einen

spitzigen Winkel macht, und die Wurfgeschwindigkeit desselben sey groß genug, um außer der Anziehungssphäre des Mondes zu kommen. Außerhalb dieser Anziehungssphäre wird die Schwere des Körpers zum Mittelpunkte des Mondes so gering seyn, daß man dieselbe ohne erheblichen Fehler außer Acht lassen kann. Der Körper wird demnach, vermöge der ihm zurückgebliebenen Geschwindigkeit und der Anziehung der Erde, um dieselbe einen Kegelschnitt beschreiben, dessen Fokus eben den Mittelpunkt der Erde einnehmen wird; folglich wird der Körper allemal die Erdoberfläche erreichen, wenn seine perigeische Entfernung kleiner seyn wird als der Erdradius. Stelle nun p die perigeische Entfernung des Mobils, und b seinen Abstand vom Mittelpunkte der Erde im Augenblicke vor, wo es außer der Anziehungssphäre des Mondes tritt. Ferner heiße u seine Geschwindigkeit in demselben Augenblicke, und φ der Winkel, welchen die Richtung der Bewegung mit dem Radius Vektor b macht. So werden die Gleichungen in der pag. 190 des ersten Bandes der *mécanique céleste*

$$(1) \left(\frac{1}{b} - \frac{\frac{u^2}{2}}{2gQ^2} \right) p^2 = b^2 \sin^2 \varphi \frac{\frac{u^2}{2}}{2gQ^2}$$

geben. Der Werth von p ist also bekannt, sobald u und b durch die als bekannt vorausgesetzte Wurfgeschwindigkeit und ihre anfängliche Richtung ausgedrückt worden sind. Zur Bestimmung dieser Werthe nehme man an, um die Rechnung einfacher zu machen, daß der Wurf von der Mondesoberfläche senkrecht auf dieselbe geschehe, und lasse für eine approximative Berechnung, auch noch die Einwirkung der Erde auf das

Mobil außer Acht, so lange dasselbe innerhalb der Anziehungssphäre des Mondes bleibt. Dies vorausgesetzt, wird die Gleichung $\frac{d^2 \delta}{dt^2} = -\frac{h^2}{\delta^2}$ statt finden müssen, wo δ den veränderlichen Abstand des Mobils von dem Mittelpunkte des Mondes vorstellt. Die rechte Seite der Gleichung, welche die Gravitation des Mobils gegen den Mittelpunkt des Mondes vorstellt, wird negativ genommen, weil sie die Abseife zu vermindern strebt. Integriert man diese Gleichung und bestimmt die Konstante so, daß man $\frac{d\delta}{dt} = v$ nimmt, wenn $\delta = r$, so findet man

$$(m) \quad \frac{d\delta^2}{dt^2} = v^2 + 2h^2 \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{r} \right)$$

wo h , r , v dasselbe bedeuten, wie oben.

Heißt nun c der Werth von δ , wo der Körper aus der Anziehungssphäre des Mondes tritt, und die Geschwindigkeit u hat, so wird

$$(n) \quad u^2 = v^2 + 2h^2 \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{r} \right).$$

Der Winkel, welchen der Radius Vektor b mit der Centrallinie a macht, variirt wegen der Bewegung des Mondes um die Erde. Es sey m der Werth dieses Winkels in dem Augenblicke des Austrittes des Mobils von der Anziehungssphäre des Mondes, wo auch $\delta = c$ ist, Ferner setze man in der Gleichung (k)

$$x^2 + y^2 + z^2 = c^2; \text{ und } x = c \cos. m,$$

so wird man zur Bestimmung von c die Gleichung $c^2 + \frac{2ac \cos. m}{k-1} = \frac{a^2}{k-1}$ erhalten, woraus sich

$c = \frac{a (\pm \sqrt{75 - \sin^2 m} - \cos. m)}{74}$ ergibt. Das

negative Zeichen gilt für einen Punkt jenseits des Mondes.

Ist nun c gefunden, so findet man auch b und $\sin. \varphi$ aus den leicht begreiflichen Gleichungen 1)

$\frac{1}{c^2} = \frac{k}{b^2}$, und $b \sin \varphi = a \sin. m$, und durch Substitution derselben in die Gleichung (1) ergibt sich

$$\left(\frac{1}{c \sqrt{k}} - \frac{u^2}{2gq^2} \right) p^2 = a^2 \sin^2. m \frac{u}{2gq^2}, \text{ oder}$$

$$(o) \quad p^2 = \frac{a^2 \sin^2. m. u^2 c \sqrt{k}}{2gq^2 - u^2 c \sqrt{k}}, \text{ wo } c \text{ der Kürze halber beibehalten worden ist.}$$

Daraus ersieht man, daß p desto kleiner wird, je kleiner der rechtsstehende Bruch, also je kleiner u und m ist. Demnach wird p immer kleiner als q , wenn die Geschwindigkeit u und der Winkel m klein genug sind. Dieser Winkel ist gerade nicht jener der Projection; da sich aber dieser durch den ersten leicht bestimmen läßt, so kann man in der Anwendung annehmen, der Winkel m sey unmittelbar gegeben.

- 1) Die erste dieser Gleichungen kommt daher, daß bei gleicher Anziehung sich die Quadrate der Entfernung des Mobils von den beiden anziehenden Körpern verhalten, wie die Massen eben dieser Körper. Die zweite aber daher, daß wenn man vom Mittelpunkte der Erde auf die Gerade, die durch den Mittelpunkt des Mondes und den Punkt geht, wo das Projectil die Anziehungssphäre der Erde trifft, eine senkrechte S fällt, folgende Proportionen statt finden

$$S: b. = \sin \varphi: 1; \text{ und } S: a = \sin. m: 1; \text{ woraus } b \sin \varphi = a \sin m.$$

Um durch ein Beispiel zu zeigen, wie die Bedingung $p < q$ erfüllt werden kann, setze man $v^2 = \frac{2g\phi^2}{r k}$, d. i. $v = 2471^m$, und $\sin. m = \frac{2\phi}{a}$, d. i. $m = 1^\circ 54' 36''$.

Der obige Werth von u^2 reducirt sich demnach auf $u^2 = \frac{2g\phi^2}{c k}$, und der von p auf $p = \frac{2\phi}{\sqrt{k} - 1}$; oder $\frac{p}{q} = \frac{2}{\sqrt{k} - 1}$ woraus man leicht ersieht, daß $p < q$ ist. Um nun auch den Projectionswinkel zu finden, welcher dem angenommenen Werthe von m entspricht, muß man die vom Augenblicke der Ausschleuderung des Mobils bis auf jenen des Austrittes desselben von der Anziehungssphäre des Mondes verfloßene Zeit berechnen. Heißt nun diese t , und n die mittlere Bewegung, oder Winkelgeschwindigkeit des Mondes, so wird nt der Winkel seyn, welchen der Mond während der Zeit t um die Erde beschreibt. Nimmt man der Einfachheit wegen an, der Körper sey so entschleudert, daß die Richtung seiner Bewegung in der Ebene der Laufbahn des Mondes liegt, so sieht man leicht ein, daß der Projectionswinkel durch $m - nt$, oder $m + nt$, je nachdem die Projection nach derselben, oder nach entgegengesetzter Richtung mit der Bewegung des Mondes geschieht, ausgedrückt wird. Ich will den letzteren Fall nehmen, um einen größeren Projectionswinkel zu haben. Den Werth von t findet man, wenn man die Differentialgleichung (m) in Bezug auf dt auflöst, in-

tegrirt ¹⁾), und den Werth des Integrales von $\delta = r$ bis $\delta = c$ nimmt, wodurch sich $t = 21, 1^h$ findet.

Da nun die siderische Umlaufszeit des Mondes ¹⁰⁹ 27, 331 = 656^h beträgt, so findet man durch die Analogie 656: 360 = 21, 1: nt; nt = 11° 34'; folglich ist der Projectionswinkel 11° 34' + 1° 54' 36" = 13° 28' 36".

Wenn also ein Körper von der Oberfläche des Mondes mit der Geschwindigkeit $v = 2471^m$, und unter dem Projectionswinkel 13° 28' 36" entschleudert wird, so wird er auf die Erde fallen müssen.

Es ist ebenfalls leicht zu zeigen, wie die entgegengesetzte Bedingung, wo nämlich $p > e$ ist, und folglich das Mobil nicht auf die Erde fällt, erfüllt wird. Man braucht nur entweder dem Winkel m , oder der Ge-

$$1) \text{ Es ist nämlich } dt = \frac{\sqrt{-r} \delta^{\frac{1}{2}} d\delta}{\sqrt{[2h^2 r + (v^2 r - 2h^2) \delta]}};$$

$$\text{und da } v^2 r - 2h^2 = 0 \text{ ist, so ist } dt = \frac{1}{h \sqrt{-2}}$$

$$\times \delta^{\frac{1}{2}} d\delta; \text{ folglich } t = \frac{1}{h \sqrt{-2}} \delta \sqrt{\delta} + C.$$

$$\text{Wenn } \delta = r, \text{ so ist } t = 0: \text{ also } C = -\frac{1}{h \sqrt{-2}} r \sqrt{-r}$$

$$\text{folglich für } \delta = c \text{ ist } t = \frac{1}{h \sqrt{-2}} (c \sqrt{c} - r \sqrt{r});$$

$$\text{und da } 2h^2 = \frac{g}{k} \rho^2, \text{ so ist } t = \frac{1}{\rho} \sqrt{\frac{k}{2g}} (c \sqrt{c} - r \sqrt{r}).$$

Da ferner $\sin m = 0,0333333$; $\cos m = 0,9994444$, so findet sich $c = 6,214176 \rho$; Setze man ferner $r = \frac{5}{11} \rho$, so erhält man durch Substitution dieser Werthe und gehörigen Rechnung $t = 21, 1^h$.

geschwindigkeit u , also v , oder auch beiden zugleich einen hinlänglich großen Werth zu geben. Behalten wir z. B. die nämliche Geschwindigkeit u , und nehmen $m = 3^\circ$, so wird $\sin^2 m = 0,0273905$; $\cos. m = 0,9986295$; $c = 0,103514 \times 60 \text{ } \varrho$; $t = 21,1^h$; $nt = 11^\circ, 34'$;

$$p^2 = \frac{60^2 \varrho^2 \times 0,0273905}{\sqrt{k} - 1}; \quad \frac{p^2}{\varrho^2} = \frac{9,86058}{7,66025}, \text{ also } p > \varrho.$$

Aus diesen Rechnungen ersieht man, daß ein Steinfall vom Monde auf unsere Erde keine Unmöglichkeit ist, da sie auf dem Monde eine vulkanische Kraft voraussetzt, die ungefähr viermal die Kraft übertrifft, mit welcher eine zwanzigpfündige Kanonenkugel ausgetrieben wird. Die Bedingungen aber, unter welchen ein solcher Steinfall, nach eben diesen Rechnungen, geschehen kann, machen die obige Annahme sehr unwahrscheinlich. Wir werden diese Bedingungen weiter unten erörtern, wenn wir vorher noch die Gründe werden angeführt haben, wodurch Berzelius der lunaren Hypothese einiges Gewicht zu geben neulich gesucht hat. Diese Gründe bestehen nun in Folgendem ¹⁾.

1) Daß die Meteorsteine, weil sie mit regulinischem Eisen durchsetzt sind, oder auch ganz aus solchem bestehen, irgend woher kommen müssen, wo kein lufthaltiges Wasser, wie auf der Erde und in der Atmosphäre, vorhanden ist, wodurch das genannte Metall rosten würde. Da man nun auf dem Monde bisher kein Wasser entdeckt hat, so ist zu vermuthen, daß die Meteorsteine aus dem Monde kommen.

1) Poggendorfs Annalen, zweiter Reihe IIIr Band.

2) Daß die Meteorsteine, als Felsenarten betrachtet, von den auf der Erde vorkommenden sehr verschieden sind, indem ein ganz anderes Verhältniß der Bestandtheile in den Meteorsteinen obwaltet, als dies in den Felsenarten der Erde der Fall ist. Die Talkerde, z. B. ist ein vorwaltender Bestandtheil der Meteorsteine, und die Kieselerde, wie auch die Silikate von Thonerde und Alkali, finden sich in denselben in einer verhältnißmäßig unbedeutenden Menge; wo hingegen auf der Erde die Kieselerde überwiegend, und die Silikate von Thonerde und Alkali überall die hauptsächlichsten Gemengtheile sind, die Talkerde aber nur sparsam vorkommt.

3) Daß die uns zugewandte Seite des Mondes voll Höhen ist, worunter sich viele Berge finden, welche den mit Kratern versehenen Vulkanen unserer Erde ähnlich gebildet sind, und dabei so große Dimensionen haben, daß man mit guten Fernröhren in die Krater sehen, und eine beschattete, so wie eine von der Sonne beleuchtete Hälfte darin unterscheiden kann.

4) Daß die meisten Meteorsteine in der Zusammensetzung so ähnlich mit einander sind, als wenn sie einem und demselben Berge angehörten. Wahrscheinlich werden sie also sämmtlich von dem großen, um die Mitte der Mondesscheibe gelegenen Krater ausgespien, woher sie um so leichter und häufiger auf die Erde gelangen können, als sie von demselben in einer fast direkten Richtung gegen die Erde ausgeschleudert werden. Hingegen sollen die selteneren Meteorsteine, wie jene von Etannern, Jonzac und Juvenas, welche in ihrer Zusammensetzung von den übrigen abweichen, Auswürfs-

linge von einem andern Mondvulkane seyn, der von dem Mittelpunkte der uns zugewandten Mondesseite entfernter liegt, und demnach die Steine in keiner direkten Richtung gegen die Erde auswirft, so daß sie häufig die Anziehungssphäre der Erde nicht erreichen können. Da sich nun die meisten Meteorsteine durch einen großen Eisen- und Nickelgehalt auszeichnen, so ist mit der Annahme, daß sie dem großen, um die Mitte der Mondescheibe gelegenen Berge angehören, auch die Ursache bekannt, warum der Mond immer die nämliche Seite der Erde zuwendet. Das scheint nämlich die Wirkung einer von der Gravitation verschiedenen, rein magnetischen Anziehung der beiden Weltkörper zu seyn.

Zu den obigen Gründen kann man wohl auch den Umstand hinzufügen, daß das specifische Gewicht der Meteorsteine mit jenem der Mondesmasse ziemlich übereinkommt. Denn, wenn d , m , v die Dichtigkeit, Masse und das Volumen des Mondes, D , M , V aber die nämlichen Größen in Bezug auf die Erde vorstellen,

$$\text{so findet die Proportion } d : D = \frac{m}{v} : \frac{M}{V} = \frac{1}{3^3}$$

$\frac{75}{11^3}$ Statt, woraus sich $d = 3,24$ ergibt, da $D = 4,86$ ist.

Dies sind nun alle Gründe, auf welchen die Ansicht von dem lunarischen Ursprunge der genannten Meteore beruht. Sie werden aber durch andere weit wichtigere Gründe so entkräftet, und die Erscheinungen widersprechen ihnen so entschieden, daß die genannte

Ansicht keineswegs für die richtige gehalten werden kann.

Denn, erstens ist das Vorhandenseyn von Mondvulkanen höchst unwahrscheinlich, und man irrt sich sehr, wenn man die sogenannten Ringgebirge des Mondes für vulkanische Gebirge hält. Sie sind nichts anderes, als kreisrunde, mit einem hohen Wall umgebene Thäler, die eine Oeffnung von $\frac{1}{2}$, 12 bis 50 geogr. Meilen im Durchmesser haben. Wären nun diese wirkliche Krater, so hätten sie, nach der richtigen Bemerkung von Gruithuisen,¹⁾ den ganzen Inhalt des Mondes ausspeien müssen. Der genannte Astronom, welcher sich so fleißig mit selenoscopischen Beobachtungen beschäftigt hat, spricht sich gegen die Existenz von Mondvulkanen entschieden aus, und seine Behauptung ist, nach meiner Ansicht, um so richtiger, als sonst die so oftmaligen Ausbrüche der Mondvulkane, und die ungeheuren Rauchsäulen, welche dieselben bei dem jedesmaligen Ausbruche mehrere Stundenlang austossen müßten, den Astronomen bisher nicht unbemerkt bleiben konnten.

Zweitens angenommen, der Mond habe wirklich vulkanische Gebirge, so folgt aus den obigen analytischen Untersuchungen, daß, wenn ein von denselben entschlendeter Körper auf die Erde fallen sollte, die Wurfgeschwindigkeit des letzteren weder zu klein, noch zu groß seyn, sondern innerhalb bestimmter Gränzen liegen, der Wurf aber nach einer Richtung geschehen müßte, welche mit der Centrallinie der beiden Weltkörper einen

1) Naturgeschichte des gestirnten Himmels von Gruithuisen S. 199.

sehr kleinen Winkel macht. Demnach wären die Fälle, wo die entschleuderten Steine wirklich auf die Erde gelangen würden, ungemein wenig im Vergleich mit den anderen, wo dieselben entweder auf den Mond zurückfallen, oder sich in andere Himmelsregionen fortbewegen, oder endlich unsere Erde als Satelliten umkreisen würden. Wie oft müßten also die Mondvulkane ausbrechen, und welch' ungeheure Massen dem Monde entreißen, damit nun auch einmal der Fall eintrete, wo ein Steinfall auf die Erde geschähe?

Wollte man obige Schwierigkeiten zum Theil dadurch beseitigen, daß man annimmt, der Mond habe nur ein Paar lebendige Krater, von denen der thätigste zufälliger Weise gerade um die Mitte der uns zugewandten Mondesseite liegt, und die Steine in einer solchen Richtung gegen die Erde auswirft, welcher erforderlich ist, damit ein Theil davon bei dem jedesmaligen Ausbruche die Erde erreicht, so bleiben dennoch viele andere Gründe übrig, welche wider die lunarische Ansicht sprechen.

Vor Allem nämlich sieht man wieder nicht ein, warum jedesmal nur eine Steinmasse und nicht mehrere zugleich auf die Erde fallen, und warum sich die Steinniederfälle so weit auf der Erdoberfläche ereignen, und nicht eher innerhalb einer ziemlich engbegrenzten Erdzone beschränken sollten, wie es die so geringe Neigung des Mondäquators gegen die Bahn der Erde und die Lage des die Meteorsteine auspeisenden Kraters fordern würden. Sodann begreift man auch nicht, woher ein so großer Zuwachs der Geschwindigkeit der Feuerkugeln herrühren

könnte, daß sie die oben durch Rechnung erhaltene U oft um das Doppelte übersteigt; woher die so ungleichmäßige Bahn der genannten Meteore, die Veränderung ihrer Richtung und ihre schlangenförmige Bewegung käme, und welche Ursache jenen nicht selten beobachteten Stillstand derselben bewirke, wobei sie bisweilen, wie dies namentlich mit der Feuerkugel bei Aegle in Frankreich der Fall ist, krachen und blitzen und Steine herabregnen. Die von Chladni zur Vertheidigung einer andern Ansicht gegebene Erklärung der genannten Bewegung, sie sey eine Art Mikoschettirung, verursacht durch die Zusammenpressung der Luft bei dem schiefen Einfall der lockeren cosmischen Meteormasse in die Atmosphäre, möchte Jemanden auch hier anwendbar erscheinen. Allein einmal beruht jene Erklärung, wie es sich später zeigen wird, auf einem Irrthum des erwähnten Naturforschers, sodann ist sie im gegenwärtigen Falle um so unpassender, als der vom Monde losgerissene Stein keine so lockere Masse ist, wie es die von Chladni angenommenen cosmischen Meteormassen seyn sollen.

Im Widerspruche mit der lunarischen Ansicht stehen noch die vor der Ausbildung der Meteore in einer sehr großen Höhe wahrgenommenen electrischen Erscheinungen, sodann die starke Lichterscheinung, die mehrmaligen Explosionen der Feuerkugeln, die so auffallende Ungleichheit ihres Umfanges mit den herabgefallenen Steinmassen, und endlich die Kugelgestalt der Meteore.

Die Erfahrung lehrt, daß eine abgeschossene Büchsenkugel aus leicht flüssigem Blei in Holz von mittlerer Härte eindringt, ohne ihre Mundung zu verlieren, also in ihrem Fluge durch den untersten dichtesten Theil der

Luft nicht weich geworden ist. Dadurch überzeugt man sich, daß auch Auswürflinge des Mondes ungeachtet ihrer größeren Geschwindigkeit doch unmöglich bis in ihr Inneres verändert, oder gar zum Schmelzen gebracht werden könnten; sondern daß ihre ganze Veränderung während ihres Fluges nur in einer leichten Schmelzung auf ihrer Oberfläche, und bisweilen in ihrem Zerspringen in mehrere Stücke bestehen würde. Lehrte uns dies aber auch die Erfahrung nicht, so würde dennoch der Naturforscher, welcher die herabgefallenen Meteorsteine für Bruchstücke solcher im Monde heimischen Felsenarten annimmt, eo ipso zu der Annahme genöthigt seyn, sie haben während ihres Fluges keine Veränderung im Innern erlitten, am wenigsten eine durch Schmelzung hervorgebrachte; denn erstens könnte das Product einer solchen nicht ein körniges Gemenge mehrerer mineralogisch einfachen krystallinischen Substanzen seyn, wie es die Meteorsteine sind, und zweitens müßten diese immer in geschmolzenem Zustande herabfallen, was gegen die Erfahrung spricht. Erleiden nun die vom Monde entschlenderten Steine, während ihres Fluges durch den Himmelsraum und dann durch die Atmosphäre, keine Veränderung in ihrem Innern, so begreift man nicht, woher ihnen jene blendend starke Lichterscheinung kommt. Sie kann durch die Reibung, oder Zusammenpressung der Luft nicht entwickelt werden, weil sie dann in den höheren Lustregionen schwächer, in den niederen stärker seyn, und das Meteor, so lange es sich fortbewegt, auch ununterbrochen leuchten müßte; lauter Sachen, die mit den bisherigen Beobachtungen nicht übereinstimmen. Noch weniger kann sie die Folge der Verbrennung, oder

Drydation einiger leicht brennbaren oder oxydirbaren Stoffe seyn, da sich solche nur auf die Oberfläche beschränken, und in wenigen Augenblicken vollendet werden müßte.

Was die sogenannten Explosionen betrifft, so meint man, dieselben werden durch die Erhizung der Steinmasse während ihres Fluges durch die Atmosphäre und durch die Entwicklung von Gasarten im Innern derselben bewirkt. Allein erstens kann eine so große Erhizung, wie oben bemerkt, bis ins Innere der Steinmasse gar nicht geschehen, am wenigsten in einer so großen Höhe, wo solche oft beobachtet werden; sodann ist aber auch unbegreiflich, wie so häufige Explosionen sich ereignen können, ohne daß jedesmal auch die Steinmasse zerspränge, und einige Stücke derselben herabfallen ließe.

Der Umfang der Feuerkugeln ist ferner so groß, daß er oft den der herabfallenden Steine 100000 Mal übersteigt. Wie kann nun dieser Umstand durch die lunarische Ansicht erklärt werden? Ist vielleicht das größere Volumen des durch die Atmosphäre hinziehenden Meteoros nur scheinbar und nur dem Rauche zuzuschreiben, welcher durch die Hitze fortwährend entwickelt die solide Steinmasse umgiebt? Allein die Feuerkugeln müßten dann immer und ihre ganze Bahn hindurch einen solchen Rauch hinterlassen; ein fester Kern müßte sich von dem nach Außen immer dünner werdenden Rauch unterscheiden, und die Lichterscheinung könnte unmöglich so blendend stark seyn.

Die beständige Kugelgestalt der fraglichen Meteore und die gleichmäßige Drydation derselben bis ins In-

nere beweisen endlich, daß sie aus einer elastisch durch electrisch-chemische Kräfte zusammenhängenden Materie bestehen, und keine vom Monde losgerissenen unoxydirten Felsenwrake seyn können, welche oft auch eine andere Form haben müßten, und nicht bis ins Innere gleichmäßig oxydirt seyn könnten.

Alle die bisher vorgebrachten Gründe sind so überzeugend, daß sich die lunarische Ansicht gegen dieselben unmöglich halten kann. Einen letzten Stoß versetzt ihr aber noch die Betrachtung, daß die Staubniederschläge, welche aus den nämlichen Stoffen, wie die Meteorsteine, bestehen, und folglich den nämlichen Ursprung haben müssen, sich durch die genannte Ansicht durchaus nicht erklären lassen.
