

Gesammelten von  
wichtigsten und  
gelehrten  
Vorträgen  
der  
Akademie und  
der  
Akademie  
der  
Wissenschaften  
in  
Berlin  
und  
Wissenschaftlicher  
Vorträge

herausgegeben von

Rud. Virchow und Fr. v. Holzendorff.

Hest 3.

---

Berlin, 1866.

C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.  
A. Charissius.

## Der

# Kreislauf des Wassers

auf der

## Oberfläche der Erde.

H. W. Dove,

Berlin, 1866.

E. & G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.

A. Charisius.

Sammlung  
der  
grossen und kleinen  
wissenschaftlichen Vorträge  
1819 bis 1850  
herausgegeben von

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Band 10.

Teil 1.

Band 10.

Band 10. Teil 1.

Wir leben an der Grenze zweier Meere, am Boden des Luftmeeres und über dem tropfbar flüssigen; die äußere Grenze des ersten können wir nicht erreichen, denn die höchsten Gebirge sind nur Untiefen desselben, welche von ihm weit überströmt werden; von dem zweiten ist uns nur die Oberfläche bekannt, die Geheimnisse der Tiefe sind uns verschlossen, und auf diese Weise der größte Theil der festen Erdoberfläche unsern Blicken entzogen. Allerdings ragen mächtige Landmassen über das Meer hervor, so daß die feste Grundfläche des Luftkreises zur flüssigen sich wie 51:146 verhält, aber man ist längst von der Vorstellung zurückgekommen, daß das über den Meeresspiegel Erhobene ausreichen würde die Lücke auszufüllen, welche wir in dem jetzigen Contour der Erde entstehen sehen würden, wenn es gelänge das Meer vollständig auszuschöpfen. Humboldt bestimmt die mittlere Höhe der Continente annähernd auf tausend Fuß über dem Meeresspiegel, während Bache aus der Zeit, welche die am 23. Dezember 1859 im Hafen von Símoda in Japan 30 Fuß über das gewöhnliche Meeresniveau sich erhebende Erdbebenwelle, durch welche die russische Fregatte Diana verloren ging, brauchte, um durch den stillen Ozean nach San Francisco und San Diego (in Californien) fortzuschreiten (Geschwindigkeit = 6,1 Seemeilen in der Minute bei 217 Meilen Breite der Welle), die mittlere Tiefe des stillen Ozeans auf 14,190 Fuß berechnet, eine Tiefe, welche natürlich

an den tiefsten Stellen sehr bedeutend übertroffen wird, denn Ross erreichte in  $15^{\circ} 3'$  südlicher Breite und  $23^{\circ} 14'$  westlicher Länge (Gr.) bei 27,600 englischen Fuß keinen Grund, Denham auf dem Schiff Herald im südlichen atlantischen Ozean erst bei 46,000 Fuß, während Parker auf der Fregatte Congress nahe derselben Stelle bei 50,000 Fuß Tiefe dies nicht gelang und auch Brooke im indischen Ozean eine Ablosthung von 42,240 Fuß ausführte, einem Meere, in welchem schon die alten Kauffahrer eine Stelle an der Mündung des Hoogly im bengalischen Meerbusen als grundlos unter dem Namen „the bottomless pit“ bezeichneten. Denken wir uns aber auch die Voraussetzung der Ausschöpfung erfüllt, alle Seen vertrocknet, alle Flüsse versiegt, so würden wir doch irren; wenn wir meinten es nun nur mit einem Starren zu thun zu haben. Denn die rasch nach innen zunehmende Wärme führt zu dem Schluss, daß in verhältnismäßig nicht erheblicher Tiefe das, was an der Oberfläche fest ist, in der Gluth dieses Innern flüssig wird, daß die feste Schale, die diesen flüssigen Kern umgibt, noch nicht im Verhältniß der Dicke einer Eierschale zu dem Inhalt des Eies ist, ja so schwach, daß man neuerdings sogar die Ansicht ausgesprochen hat, sie vermöge nicht eine so mächtige Last wie den Himalaya zu tragen, sondern dieser schwimme im flüssigen innern Meere, wie Eis im Wasser, freilich eine mächtige Scholle, da sie mehr als eine Meile über das äußere Wassermeer hervorragt. Es liegt daher die Ansicht nahe, daß dieses Überwiegen des Flüssigen über das Feste früher noch in höherm Maafstabe stattgefunden habe, daß einst die ganze Erde flüssig war.

Die Grundeigenschaft einer Flüssigkeit ist die leichte Beweglichkeit ihrer Theile, welche jeder Kraft folgen, die sie zur Bewegung antreibt. Wirkt auf diese Flüssigkeit keine äußere Kraft, so bleibt für die einzelnen Theile derselben nur ihre

gegenseitige Anziehung übrig, sie bildet daher eine Kugel, weil diese Gestalt der Bedingung der größten Annäherung aller einzelnen Theile entspricht. Fällt Wasser, so kann die Schwere keinen formbestimmenden Einfluß auf dasselbe äußern, da alle Theile eines fallenden Körpers sich gleich schnell bewegen. Hier tritt also diese Kugelgestalt unmittelbar in der Form des Tropfens hervor. Noch auffallender zeigt sich dies, wenn wir Del, welches auf Wasser schwimmt, aber im Weingeist untersinkt, zuerst in Alkohol gießen und dann diesem so viel Wasser hinzufügen, daß diese Mischung des schwereren Wassers und leichteren Alkohols gerade die Dichtigkeit des Deles erhält. Dieses zieht sich dann zu einer vollständigen Kugel zusammen, die in der durchsichtigen Mischung frei, wie die Erde im Weltenraume, schwebt. Steckt man nun durch den Deckel des die Mischung enthaltenden vierseitigen Glasgefäßes einen Draht hindurch, der an seinem untern Ende eine lothrechte Metallscheibe trägt, so ist es leicht, die Delkugel so diesem Kreisscheibchen zu nähern, daß sie es vollständig umschließt. Dreht man nun den Draht langsam um seine Achse, so kommt durch die innere Scheibe die Kugel in Drehung und plattet sich zu einem Sphäroid ab, bei größerer Drehungsgeschwindigkeit trennt sich das Del und rotirt als Ring um die Drehungsachse. Sehen wir im zweiten Versuch den Saturnsring gleichsam unter unsren Augen entstehen, so giebt uns der erste darüber Aufschluß, wie die einst flüssige Erde ihre sphäroidische Gestalt erhielt, und wie das Meer diese Gestalt am reinsten zeigt, während die Unebenheiten des Landes sie weniger deutlich hervortreten lassen. Beziehen wir unsre Bewegungen auf den Mittelpunkt der Erde, so entfernen wir uns also desto mehr von ihm, je mehr wir uns dem Äquator nähern, und in der That steht die Mündung des Mississippi weiter vom Erdmittelpunkte ab, als seine Quelle. Die, welche an barocken Ausdrücken Gefallen finden, können

daher sagen, daß dieser mächtige Strom bergan fließt. Natürlich muß aber, um das Gefälle eines Stromes zu beurtheilen, die Oberfläche desselben an jeder Stelle nach seinem Abstand von der Meeresfläche in seiner geographischen Breite bestimmt werden, d. h. nach der Lage, die das Wasser im Zusammenhang mit der Mündung im Zustande der Ruhe einnehmen würde. —

Wir haben die Erde einem fallenden Tropfen verglichen. Das ist aber kein Vergleich, sondern die Wirklichkeit, nur geschieht dieser Fall nach der Sonne hin. Ich gebrauche hierbei das Wort „fallen“ im Sinne Newton's, daß die Schwere auf Bewegtes so wirkt, wie auf Unbewegtes. Wenn ich auf einem gefrorenen See stehend, aus einer genau horizontal gehaltenen Büchse eine Kugel abschieße und in demselben Augenblick aus der Hand eine zweite Kugel frei herabfallen lasse, so berühren beide in demselben Moment die Eisfläche. Wie schnell also auch das Pulver die Kugel forttreibt, sie vermag der Schwere nicht zu entfliehen, sie fällt genau so, wie die Kugel, auf welche das Pulver nicht wirkt. Eine solche fortgeschossene Kugel ist die Erde, ohne die Sonne würde sie, einmal in Bewegung begriffen, geradlinig fortfliegen, aber das duldet die Sonne nicht, sie zwingt die Erde immer von der Tangente ab nach ihr hinzufallen und auf diese Weise entsteht statt der geradlinigen Bahn eine kreisförmige. Alle Wirkungen der Kräfte nehmen aber ab mit zunehmender Entfernung. Der der Sonne zugelehrte Punkt der flüssigen Erde fällt also am weitesten von der geradlinigen Berührungsline ab, der Mittelpunkt weniger, der abgelehrte Punkt am wenigsten und dadurch entfernt sich sowohl der zu als der abgelehrte Punkt vom Centrum. Die flüssige Erde wird dadurch ein verlängertes Sphäroid, dessen längere Achse der Sonne zugelehrt ist. Bei einer festen Erde, wo der Zusammenhang der Theile die Verschiebung derselben gegen ein-

ander verhindert, kann natürlich diese Gestaltänderung nicht eintreten; alle Theile derselben bewegen sich daher, wie der Mittelpunkt, indem die vor dem Mittelpunkt liegenden Theile diesen ebenso beschleunigen, als die hinter ihm liegenden ihn verzögern. Da nun die Erde weder ganz flüssig, noch ganz fest ist, so wird das flüssige Wasser sein Sphäroid auf der unverändert bleibenden festen Kugel bilden, d. h. es wird sich an der der Sonne zugewendeten wie an der von ihr abgewendeten Seite anhäufen und von den Seiten nach beiden Stellen hin abfließen. Drehte sich die Erde nun nicht um ihre Achse, so würde ein für alle Mal an jenen beiden Stellen das Meer tiefer werden, an den letztern seichter. Aber indem die Erde sich dreht, ändert der flutherzeugende Körper seine Stellung, ehe das Sphäroid, welches er in der flüssigen Hülle der Erde zu erzeugen suchte, zu Stande gekommen ist. Dadurch entsteht eine Welle, welche dem Gestirn in seinem scheinbaren Umlauf um die Erde folgt. Das flüssige Sphäroid bleibt daher stehen über der unter ihm sich drehenden festen Kugel, jeder Ort kommt daher zweimal innerhalb eines Tages, nämlich um Mittag und Mitternacht an die Stelle des sich vertiefenden Meeres, zweimal, nämlich um 6 Uhr Morgens und 6 Uhr Abends, an die Stelle des sich verflachenden Wassers. Man nennt diese Erscheinung: Ebbe und Fluth.

Wir haben bisher nur die Sonne berücksichtigt, nicht des stillen Begleiters unsrer Erde gedacht, des Mondes, zu dem sich die Erde verhält, wie die Sonne zu uns. Aber jede Anziehung ist eine gegenseitige, der Mond fällt also nicht nur nach der Erde, sondern die Erde auch nach dem Monde, d. h. sie geht schneller, wenn er in ihrer Bahn vor ihr steht, langsamer, wenn er hinter ihr ist, sie biegt seitwärts aus der Bahn, wenn er zur Seite tritt. Aus denselben Gründen, aus welchen die Sonne eine Fluth hervorruft, erzeugt also auch der Mond

eine Fluth. Stehen alle drei Körper in einer geraden Linie, also bei Voll- oder Neumond, so fällt die Sonnenfluth an dieselbe Stelle, als die durch den Mond bedingte, hier steigt also das Wasser aus zwei Gründen, daher höher. Bilden die drei Körper einen rechten Winkel, also im ersten und dritten Viertel, so entsteht an derselben Stelle durch den Mond Fluth, wo die Sonne Ebbe erzeugt, wir haben also hier den Unterschied zweier Wirkungen. Jene Fluthen, die Springfluthen, sind also bedeutend höher, als diese, die Nippfluthen. Da aber der Mond jeden folgenden Tag 50 Minuten, also fast eine Stunde später aufgeht, so wird, wenn heute beide Fluthen um Mittag zusammenfallen, Morgen die Mondfluth erst um 1 Uhr eintreten, während die Sonnenfluth unverändert sich um zwölf zeigt, übermorgen wird jene um zwei sein und so fort, nach einer Woche also die Mondfluth mit der Sonnenebbe zusammenfallen, nach 14 Tagen hingegen das Eintreten der Fluth wieder auf die Zeit fallen, wie zu Anfang dieser Periode.

Nun könnte man glauben, daß, da der kleine, nahe Mond an der Stelle, wo er steht, 160 Mal schwächer zieht, als die große, weit entfernte Sonne, die Mondfluth also verhältnismäßig kleiner sein werde. Dies würde auch sein, wenn die ganze Anziehungskraft der Gestirne auf die Erzeugung der Fluth verwendet würde. Wir haben aber gesehen, daß die flutherzeugende Kraft derselben nur der Unterschied ihrer Wirkungen auf die Oberfläche und den Mittelpunkt der Erde ist. Bei dem nahen Mond ist ein Erdhalbmesser mehr oder weniger eine viel erheblichere Sache, als bei der Sonne, denn diese ist 12,000 Erddurchmesser entfernt, jener nur 30. Ein Dreißigstel der Mondkraft verhält sich aber zu dem zwölftausendsten Theile der Sonnenkraft wie 5 : 2 (genauer wie 50 : 19), daher steigt das Meer unter dem Einfluß der Sonne 2 Fuß, wenn es unter

dem Einfluß des Mondes sich 5 Fuß erhebt, denn der Unterschied zweier kleiner Zahlen kann viel größer sein als der Unterschied zweier großer. Bei den Springfluthen wird sich das Meer daher  $5 + 2$  also 7 Fuß erheben, wenn es bei den Nippfluthen  $5 - 2$  d. h. 3 Fuß steigt.

Welcher Art aber ist die Bewegung des Wassers bei der Ebbe und Fluth, eine forschreitende oder eine schwingende? Das Wasser eines Stromes fließt, d. h. die nachfolgenden Wassertheile nehmen die Stelle ein, welche die vorhergehenden verlassen haben, wie wir es deutlich an einem auf dem Wasser schwimmenden Körper sehen. Ganz anders verhält sich das wellenschlagende Meer. Das Schiff schwimmt nicht auf dem Rücken des Wellenberges fort, es erhebt sich auf ihm, sinkt aber dann in das Wellenthal hinab, ohne seine Stelle zu verändern. Wenn der Wind über ein Kornfeld streicht, biegt sich jeder Halm unter dem Drucke desselben, um sich nachher wieder aufzurichten. Die über die Oberfläche forschreitenden Wogen werden daher stets durch andre Halme gebildet. Gerade so erhebt sich das Wasser und sinkt dann herab nach einander an verschiedenen Stellen und dieses Nacheinander erscheint uns als ein seitliches Fortschreiten. Die Bewegung des Wassers ist wie die der Pflöckchen eines geöffneten Claviers, wenn wir schnell mit dem Finger über die Tasten fahren. Der Wellenschlag des Meeres verhält sich zu dem fließenden Strom wie die Fortpflanzung des Schalles zum Wind. Daher vermag das heftigst bewegte Meer keine Wassermühle zu treiben, ebenso wenig, wie eine Kanonade eine Windmühle in Bewegung zu setzen vermag. Wellenschlag und Schall sind schwingende Bewegungen, nur mit dem Unterschiede, daß bei dem Schall sich die Lufttheilchen von dem schallerregenden Körper etwas entfernen und dann an ihre Stelle zurückkehren, während das Wasser sich senkrecht auf die Richtung der forschreitenden Welle

bewegt. Dieses Herauf und Herunter nennt man daher eine transversale Schwingung, jenes Vorwärts und Rückwärts eine longitudinale. Das, was wir vom Wasser gesagt haben, gilt aber nur von den durch Wind erregten kurzen Wellen, deren Höhe, mit dem Querschnitt verglichen, erheblich ist, nicht von den mit ihrem immensen Querschnitt verglichenen sehr niedrigen Fluthwellen; bei jenen ist die senkrechte Bewegung keine geradlinige, sondern die überwiegend senkrechte Richtung von einer kleinen seitlichen begleitet, welche im Stoß der anschlagenden Welle sich fand giebt. Daraus entsteht für die Wassertheilchen eine Bewegung in einer Ellipse, deren lange Achse fast senkrecht steht und nur ein wenig vorgeneigt ist, die kleine hingegen horizontal liegt. Bei der Fluthwelle bewegen die Wassertheilchen sich auch in Ellipsen, aber in sehr langgestreckten und die große Axe dieser Ellipsen liegt horizontal. Die Fluthwelle steht daher der Bewegung der Lufttheilchen in einer Schallwelle näher, als der der Tropfen in einer durch Wind erregten Wasserwelle. Die Schwingung des Wassers kann daher bei der Fluth eine fortschreitende longitudinale Schwingung genannt werden, da die Höhe der Fluth unerheblich gegen die seitliche Bewegung ist, welche als Fluth und Ebbestrom sich darstellt.

Von der Entstehung dieser seitlichen Bewegung lassen sich die Gründe leicht einsehen. Bezeichnen a, b, c, d die Durchschnittspunkte zweier auf einander senkrechten Meridiane mit dem Äquator, so wird die Sonne am Tage der Nachtgleichen innerhalb 24 Stunden über diesen 4 Punkten nach einander senkrecht stehen, wenn wir ihren Mittelpunkt mit m bezeichnen, in folgender Weise:

a. b. c. d. a. b. c. d. a. b. c. d. a. b. c. d.  
 m p.  
 Im ersten Falle wird d am stärksten sich m zu nähern suchen, weniger c. Ist c flüssig, so kann es sich in der Rich-

tung  $c m$  bewegen, ist es aber fest, so kann es nur parallel der Bewegung des Mittelpunktes der Erde sich bewegen, also parallel  $d m$ . Ein über einem festen  $c$  befindliches Flüssiges erhält dadurch eine seitliche Bewegung nach  $d$  hin. Im zweiten Falle bewegen sich ein festes und ein flüssiges  $c$  in der Richtung  $c m$ , aber mit verschiedener Geschwindigkeit. Hier findet also nur eine Hebung des flüssigen statt, keine seitliche Bewegung. Im dritten bewegt sich  $b$  nach  $m$  hin, ein Flüssiges in  $c$  in der Richtung  $c m$ , ein Festes in einer  $b m$  parallelen Richtung. Hier tritt also wieder eine seitliche Bewegung ein, aber entgegengesetzt der im ersten Falle, nämlich nach  $b$  hin. Für die abgewendete Seite der Erde gilt dasselbe. Wir sehen daher, daß zu beiden Seiten des Meridians, über welchem das fluth-erzeugende Gestirn steht, das Wasser diesem Meridiane zufließt, zwei Ebenen folglich die beiden Fluthberge seitlich begrenzen, an jeder Stelle das Wasser also eine seitliche oscillatorische Bewegung vollführt.

Wäre die Erdoberfläche mit einem gleich tiefen Meere überall bedeckt, so würde eine sehr breite Doppelwelle die Erde von Ost nach West innerhalb 25 Stunden umkreisen, die am Aequator am höchsten, sich nach den Polen hin vollständig abflachen würde. Annähernd zeigt sich dies in dem südlichen Ozean, wo das Land fast ganz zurücktritt. Aber wesentlich verschieden wird die Erscheinung in dem stillen Ozean, dem indischen Meere und dem atlantischen Ozean. In jedem der selben beginnt stets eine neue Fluthwelle an der Ostküste, die von der Westküste reflectirt wird, ehe eine zweite primäre Welle sich gebildet hat. Streicht man mit dem Violinbogen eine Klang scheibe, so erzeugt der an dem Rande dieser elastischen Scheibe hinabgleitende Bogen Einbiegungen, die als Wellen über dieselbe fortschreiten und vom Rande reflectirt zurückkehren. Je gleichartiger die Intervalle sind, in welchen

die Scheibe durch den Bogen zur Bewegung angeregt wird, desto regelmässiger wird das Begegnen der hin- und zurücklaufenden Wellen und bald verwandeln sich die fortschreitenden Schwingungen in eine stehende, bei welcher gleichzeitig alle Theile der Scheibe um ihre Gleichgewichtslage schwingen. Vergleichen wir die flutherzeugenden Gestirne, den Mond und die Sonne mit dem streichenden Bogen, jene großen Meeresbecken mit der elastischen Scheibe, so wird es nicht unwahrscheinlich, daß zuletzt dieser breite Meeresarm in eine Schwingung versetzt wird, ähnlich der des Wassers in einem Glase, wenn man das Glas auf einem Tische mit der Hand schnell hin und herschiebt. So wie dies schwankende Wasser am Rande am stärksten auf- und absteigt, in der Mitte seinen Stand am wenigsten verändert, so wird die Ebbe und Fluth an den Küsten auch stärker werden, als an einer in der Mitte des Meeres liegenden Insel. Nachdem man lange nur gefragt hat, wie würde die Ebbe und Fluth auf einem die ganze Erde umgebenden gleich tiefen Meere sein, und dies theoretisch beantwortet, ist man neuerdings einen Schritt weiter gegangen, indem man durch Beobachtungen erfahrungsmässig festzustellen gesucht hat wie die Erscheinung sich auf dem wirklichen Ozean der Erde zeigt. Dabei hat sich ergeben, daß in der That die Fluth in Amerika von Ost kommt, aber in Afrika und Europa von West. Dringt die Fluthwelle in eine sich verengende Bucht, so staut sie sich immer höher auf. Umfließt sie aber eine höhere Insel, so kann sie möglicher Weise auf dem einen Wege sich so verspäten, daß sie eintrifft, wenn der andre Theil der Welle bereits in Ebbe begriffen ist. So wie auf der tönen den Scheibe bei ähnlichem Begegnen eines Wellenberges und Wellenthales Ruhelinien entstehen, so giebt es in der Nordsee eine Stelle, wo die durch den Kanal eindringenden Wellen den von Schottland herabkommenden Zweig der großen atlantischen

Fluthwelle treffend die Fluth vollständig aufheben. Die großartigste Aufstauung zeigt sich in Amerika in der Bay von Fundy, in deren Hintergrund die Niveaudifferenz mitunter 100 Fuß wird. Hätte die Ostsee eine solche Fluth, so würde Berlin mitunter eine Seestadt werden, denn das Pflaster der Dorotheenstraße an der alten Sternwarte liegt genau 100 Fuß über dem Nullpunkt des Pegels in Swinemünde. Aber die Ostsee ist durch Dänemark so gesperrt, daß erst vor wenigen Jahren es den Mecklenburgern gelungen ist, nachzuweisen, daß sie eine Fluth haben, freilich nur von einigen Zollen. Wie großartig hingegen zeigt sich die Erscheinung an den Westküsten Europas. Man traut seinen Augen nicht, wenn man am Digue von Ostende die Kinder auf dem trocknen Strande ihre Sandfestungen bauen sieht, da wo man 6 Stunden nachher im Meere sich badet, wenn man von den Bristol Cliffs herab während der Ebbe einen Hund durch den Fluß laufen sieht an der Stelle, wo bereits die Omnibus halten, um die Passagiere aufzunehmen, welche aus dem Dampfboote hier aussteigen, wenn man auf der Eisenbahn von Chester nach Anglesea den weiten Meerbusen des Dee vollkommen abgeflossen sieht, wo wir bei der Rückkehr von der Britannia Bridge sechs Stunden später stolze Dreimaster sehen, oder wenn man bei der Ebbe Helgoland auf trocknem Pfade umgeht, wo zur Fluthzeit die Brandung sich donnernd am Fuß des Felsens bricht. Das skandinavische Gebirge fällt so steil ins Meer, daß seine Querthäler davon ersüßt die Fjorde bilden. Hier strömt bei der Ebbe das zur Fluthzeit eingedrungne Wasser so gewaltsam heraus, daß man mit einiger Uebertreibung gesagt hat, Norwegen sei ein Land, wo das Meer Wasserfälle bilde. Sind es auch nicht Wasserfälle, so sind es doch gefährvolle Strudel, von denen der Malström der bekannteste ist.

Was ist das Endergebniß dieser rastlosen Arbeit? Am

sichtbarsten ist ihre Wirkung im Polarmeere, durch die ununterbrochene Zerstörung der Eismassen, deren furchtbarem Andrang bei der Fluth oft das stärkste Schiff nicht zu widerstehen vermag; aber eben dadurch werden Zugänge eröffnet in dies sonst durch eine undurchdringliche Eismauer verschlossene Gebiet. An unsren Küsten ist die Wirkung dieser tausendjährigen Arbeit ebenfalls sichtbar, im Meeressande. Wenn man den Werth der Arbeitskraft berechnet, welche dazu gehört, feste Felsblöcke zu so kleinen Körnchen zu verschleisen, welche Actiengesellschaft würde es übernehmen, nur das Bischen Sand herzustellen, auf welchem Berlin erbaut ist? Der Grund dieser großen mechanischen Wirkung liegt darin, daß vom Winde erregte Wellen nur oberflächlich sind, sich daher wenig in die Tiefe erstrecken, während die flutherzeugende Kraft sich auf die ganze Wassermasse erstreckt. Bei einer am Aequator drei Fuß hohen Fluthwelle, welche regelmäßig nach den Polen hin abnähme, würden 200 Kubikmeilen Wasser in 6 Stunden aus einem Erdquadranten in den andern geführt. Ist dies auch gegen die ganze Wassermasse der Erde, welche nach Herschel der 1786 te Theil der Erdmasse ist, eine unbedeutende Größe, so ist die zu der Bewegung einer solchen Masse durch einen solchen Raum nöthige Kraft eine erhebliche, wenn man bedenkt, daß ein Kubikfuß Wasser 66 preußische Pfund wiegt. Wie hoch müssen aber die Fluthen gewesen sein, als die ganze Erde flüssig war! Haben die zuerst erstarrten Schollen sich zu einer zusammenhängenden Decke an einander gefügt, so mag die Fluth sie noch wilder zusammengedrängt haben, als wir es jetzt auf dem Polarmeere sehen. Dürfte man sich wundern, wenn man in den kristallinischen Urgesteinen überall die Spuren gewaltfamer Zerstörungen finde, selbst da, wo jene sich nicht erst später in den zerstörten Schichtenverband anderer eingedrängt haben? Am deutlichsten aber müssen diese Spuren in den Aequatorial-

gegenden hervortreten, weil hier bei der senkrechten Wirkung der Gestirne auf einer ganz flüssigen Erde die Fluth am größten gewesen sein muß.

Ob das innere feuerflüssige Meer auch fluthet, oder ob es zu zähflüssig dazu ist, wissen wir nicht. Wie das äußere Meer am Ufer, arbeitet es vielleicht drängend oder zerstörend an der festen Schale, auf der wir oft deutlich Wellen fortschreiten sehen, die wir Erdbeben nennen. Biegsam ist diese Schale gewiß. Steigt nicht Schweden vor unsren Augen langsam aus dem Meere empor, das von seinen Küsten fortwährend zurückweicht, während an den pommerschen Küsten keine solche Veränderung sich zeigt? Sinkt nicht an anderen Stellen das Land, wie z. B. in Istrien, wo römisches Straßenspäder unter dem jetzigen Spiegel des Meeres sich findet? Ja ist nicht durch Darwin wahrscheinlich geworden, daß die Sage von einer versunkenen Atlantis sich im Großen im stillen Ozean verwirklicht, wo das große australische Korallenriff, das einst doch wohl die Küste berührte, jetzt in meilenweitem Abstand von derselben auf hundert deutsche Meilen Länge in großem Bogen den Contour der Küste wiederholt, und wo Hunderte von Korallenringen — eine Lagune in der Mitte — noch den Umfang der Inseln bezeichnen, die längst unter das Wasser hinabgesunken sind, während die Korallenthiere auf dem sinkenden Boden immer rüstig weiter bauen, um mit der Oberfläche des Meeres in Berührung zu bleiben? Ihre Thätigkeit wird erst begrenzt und der ganze Stock eine todte Felsmasse, wo der Meeresboden sich hebt und schließlich trocken gelegt wird, wovon so deutliche Spuren in dem Gebirge sich finden, welches unter dem Namen Tura und Rauhe Alp wie ein Festungswall sich von der südwestlichen Schweizergrenze bis in die Gegend von Baireuth erstreckt.

Von den anziehenden Kräften der Gestirne gehen wir zu einem andern Bewegungsmoment derselben über, ihrer erwär-

menden Kraft. So wie wir in jenem Gebiete die flutherzeu-  
gende Kraft der Planeten als unmeßbar klein außer Acht ließen,  
so können wir hier den Mond vernachlässigen, der zwar nicht  
kalt macht, wie man früher geglaubt, dessen Wärme aber so  
unbedeutend ist, daß es erst neuerdings gelungen ist, sie über-  
haupt nachzuweisen. Hier brauchen wir also nur auf die Sonne  
Rücksicht zu nehmen, deren Wärme so groß ist, daß sie eine  
die ganze Erde umgebende 100 Fuß dicke Eisschale in einem  
Jahre zu schmelzen vermöchte. Bei jedem Wärmegrade ver-  
wandelt sich das Wasser, selbst das Eis an seiner Oberfläche  
in einen luftförmigen, unsichtbaren Körper, den Wasserdampf,  
der erst, wenn er als Nebel oder Wolke in die flüssige Form  
zurücktritt, wiederum sichtbar wird. Diese Verdunstung nimmt  
zu mit Vergrößerung der Oberfläche und ist desto größer, je  
höher die Wärme, daher am größten in der heißen Zone. Mit  
der Luft gemengt fließt der dort aufsteigende Wasserdampf in  
der Höhe des Luftkreises den Polen zu und verdichtet sich in  
demselben, je nach dem Grade der Abkühlung, zu Regen oder  
Schnee, oder zu Thau oder Neif am Boden. Einen solchen  
Prozeß nennen wir Destillation und Sublimation. Da bei der  
Verdunstung des Wassers dieses die Substanzen, welche es in  
Berührung mit seiner festen Grundfläche auflöste, zurückläßt,  
so ist das Regenwasser als destillirtes Wasser rein. Steigern  
wir durch künstliche Vergrößerung der Oberfläche diese Ver-  
dunstung, wie bei der Gewinnung des Seesalzes im südlichen  
Frankreich, so erhalten wir von diesem ununterbrochenen Schei-  
dungsprozeß eine noch unmittelbare Anschauung. Die Atmo-  
sphäre ist daher, wie es auch ihr Name bezeichnet, ein großer  
Dampfapparat, dessen Wasserreservoir das Meer, dessen Hei-  
zungsvorrichtung die Sonne, dessen Condensator die höheren  
geographischen Breiten. Fällt der Regen auf das Meer un-  
mittelbar zurück, so wird er den durch die Verdunstung gestei-

gerten Salzgehalt wiederum vermindern, und alte Seeleute berichten uns, daß dies in so hohem Maße bei ununterbrochen heftigen Regen in der Gegend der Windstillen eintrete, daß man Trinkwasser von der Oberfläche des Meeres schöpfen könne. Aus diesem Grunde ist auch der Salzgehalt des Meeres in der Nähe des Aequators in der Gegend der Windstillen kleiner als im Gebiet des regenlosen Passats und nimmt wiederum ab an den Wendekreisen, wo der herabsinkende obere Passat zu neuen Niederschlägen, den sogenannten subtropischen Regen, Veranlassung giebt. Fällt der Regen hingegen auf das Land, so wird er in das Erdreich eindringen, wenn dieses porös, oder darauf unmittelbar von höhern nach tiefern Stellen hin abfließen, wenn es Felsboden oder eine wasserdichte Thonschicht ist.

Nun besteht die Oberfläche der Erde bis in große Tiefen hinab aus übereinander gelagerten Schichten, die in der Ebene horizontal liegen, an den Gebirgen hingegen geneigt sind. Auf der Höhe der Gebirge kommen daher die aufklaffenden Ränder dieser Schichten, die sogenannten Schichtenköpfe zu Tage, indem bei der Hebung des Gebirges der Schichtenverband hier gestört wurde und die hervortreibende Masse in Gestalt krySTALLINISCHER Gesteine erstarrt ist. Wechseln nun wasserdurchlässige und wasserdichte Schichten mit einander ab, so werden, wenn es in den Gebirgen auf die ausgehenden Schichtenköpfe regnet, jene Schichten sich mit Wasser füllen. Dafür haben wir im Deutschen keine passende Bezeichnung, die Franzosen nennen eine solche Wasserschicht une nappe d'eau. Von der ganzen Anordnung wird man sich eine ziemlich klare Vorstellung bilden, wenn man Bogen von nassem Löschpapier mit Bogen trocknen Schreibpapiers abwechselnd übereinander legt und das daraus entstehende Buch aus seiner horizontalen Lage in die Höhe biegt.

Verbindet man zwei Gefäße in der Nähe des Bodens derselben durch eine Querröhre, so wird, wenn man in das eine

derselben Wasser gießt, dies im zweiten genau so hoch steigen, als im ersten, wie verschieden auch die Weite und Gestalt dieser Gefäße sein mag und wie lang die Verbindungsrohre. Führt man durch einen Deich am Meereseufer eine Röhre und biegt diese um, so wird das Wasser, selbst wenn man den umgebogenen Theil in eine Federpose endigt, sich hier mit dem Meeresspiegel ins Gleichgewicht setzen. Läßt man in diese Röhre einen Tropfen fallen, so hebt man das ganze Weltmeer, freilich um eine im Verhältniß der Oberfläche sich verringende Größe. Man nennt dies das Gesetz der communicirenden Röhren, von denen eine U-förmig gebogene Röhre die einfachste Form ist. Es gilt natürlich dieses Gesetz für jede beliebige Anzahl durch Querröhren mit einander verbundner Gefäße. Hierzu gehören die Suterazi der Türken, die, wenn sie Wasser von einem Berg auf den andern leiten wollen, vom Abhang des ersten eine Röhre heruntermauern, sie dann quer durch das Thal hindurch führen und dann am andern Abhang wieder hinauf. Hätten die Römer dies Prinzip gekannt, so würden sie nicht ihre bogenreichen Aquadukte angelegt haben, die für ihren Kunstsinn ein glänzenderes Zeugniß ablegen, als für ihre physikalischen Kenntnisse.

Eine Nachbildung dieser Suterazi ist die Einrichtung der in größeren Städten eingeführten Wasserleitungen. Ein Hauptreservoir wird mit Wasser bis zu bedeutender Höhe gefüllt, die Verbindungsrohren verzweigen sich manigfach unter dem Straßenpflaster und aus diesem steigen die communicirenden Röhren in den Häusern in die Höhe, die sich natürlich höchstens bis zum Niveau im Hauptreservoir füllen können. Das Bestreben aufzusteigen findet natürlich überall in gleicher Weise statt, die obere Wand des horizontalen Theils der Röhre erfährt daher einen Druck von unten nach oben. Vermag sie diesem Druck nicht zu widerstehen, so dringt das Wasser her-

aus, es entsteht eine Quelle. Die mannigfachen Belege dafür, welche die englische Compagnie bei der Anlage der Wasserleitung in Berlin lieferte, sind vielleicht nur gegeben worden, um die Quellentheorie populär zu machen. Denn in der That, was sind die nappes d'eau anders, als das Wasser in jenen Röhren, deren Wände die wasserdichten Schichten bilden? Daher brechen die Quellen am Fuß der Berge hervor, da wo die obere Decke beim Umbiegen geborsten ist, oft aber auch in weiter Entfernung davon, wenn die am Fuß noch zusammenhängende Schicht in der Ebene aufhört oder an irgend einer Stelle gebrochen ist. Liegen die Schichten zu beiden Seiten eines sogenannten Erosionsthales wagerecht (söhlig), so können die aus ihnen hervortretenden Wasser keine Steigkraft haben, wenn die Schichten nicht in größerer Entfernung eine geneigte Lage annehmen. Die durch geneigte Schichten begrenzten Thäler zerfallen aber in drei Abtheilungen, in Muldenthäler, bei welchen die Schichten beider Thalwände nach dem Thal hin fallen, in Scheidethäler, wo dies nur auf der einen Seite der Fall ist, die also hier durch Schichtenflächen mit sanftem Abfall, auf der andern Seite durch Schichtenköpfe mit steilem Abfall begrenzt sind, endlich in Spaltungsthäler, wo auf beiden Seiten die Schichtenköpfe dem Thal zugekehrt sind, während die Flächen nach Außen hin abfallen. Aus dem eben Gesagten ist unmittelbar einleuchtend, daß in den Muldenthälern auf beiden Seiten Quellen zu erwarten sind, in den Scheidethälern nur auf der Seite der Schichtenflächen, daß sie in den Spaltungsthälern endlich ganz fehlen, da die auf die Schichtenköpfe herabfallenden Regen die Quellen eines daneben liegenden Thales speisen werden. Aber oft hat die Natur vergessen die Deffnung zu machen, aus welcher die Quelle hervorsprudeln soll, man muß ihr dann zu Hülfe kommen. Man durchstößt die obere Schicht mit dem Erdbohrer und erhält auf diese Weise eine Bohrquelle,

einen artesischen Brunnen, so benannt nach der Graffchaft Artois, wo sie zuerst in Europa ausgeführt wurden, der erste in der Chartreuse von Lillers im Jahre 1126. Die Steigkraft des Wassers hängt natürlich davon ab, bis zu welcher Höhe der umgebogene Theil der Schicht mit Wasser gefüllt ist. So lange der Bohrer in der deckenden Schicht arbeitet, bleibt die Röhre trocken und füllt sich dann sogleich mit Wasser, wenn die letzte Wand durchstoßen wird, gerade wie die für Feuergefahr in den Häusern angelagten Röhren, die im Winter, um das Erfrieren zu vermeiden, leer gelassen werden, sich augenblicklich füllen, wenn der Sperrhahn geöffnet wird. Hat die nappe d'eau keinen nach oben gebogenen Theil, d. h. ist sie nur durch seitliche Infiltration gefüllt, so erhält man, wenn man zur Wasserschicht gelangt, nur einen Brunnen, aus dem das Wasser dann erst durch Schöpfen oder Pumpen bis zur Oberfläche geschafft wird; auch kann, wenn in einem höher gelegenen Terrain die Quelle erbohrt wird, diese möglicher Weise nicht bis zur Oberfläche aufsteigen, sondern in einer gewissen Tiefe stehen bleiben, entsprechend dem Ausgangspunkt der Schicht im Gebirge. Fehlt die wasserdichte Schicht ganz über der wasserhaltigen, so würde das Wasser, wenn es Steigkraft besäße, schon von selbst hervordringen. Es würde in diesem Falle keinen Sinn haben, zu den bereits hinreichend vorhandenen Löchern ein neues hinzuzufügen.

Die Bewässerung der tiefliegenden Däsen in der Sahara scheint seit den ältesten Zeiten durch artesische Brunnen erfolgt zu sein. Shaw sagt von Wad-reag, einer Anzahl von Dörfern am Anfang der Sahara: Diese Dörfer haben keine Quellen. Die Einwohner verschaffen sich das Wasser auf eine sonderbare Art. Sie graben Brunnen von 100, manchmal von 200 Klafter Tiefe, bis sie unter dem Sande einen Stein finden, dem Schiefer ähnlich, unter dem sich das Bahar taht el erd, d. h. das Wasser

unter der Erde findet. Dieser Stein lässt sich leicht durchbohren, worauf das Wasser so plötzlich und in solcher Fülle hervorbricht, daß die, welche man heruntergelassen hat, mitunter umkommen, obgleich man sie so schnell wie möglich heraufzieht. Schon Olympiodor berichtet vom Graben so tiefer Brunnen in der großen Dase. Sie heißen Bahr in den Erosionen des niedrigen Wüstenplateaus, hingegen Schreia auf dem Plateau selbst.

Als im Jahre 1854 nach der Schlacht bei Meggarin der General Desvaux in der Dase Sidi Rasched lagerte, bemerkte er, daß auf der einen Seite derselben die Palmbäume von dürftigem Aussehen waren, während sie anderwärts kräftig und gesund erschienen. Als er nach der Ursache dieser auffallenden Erscheinung fragte, wurde ihm geantwortet, es mangle an Wasser, da ein Hauptbrunnen zusammen gestürzt sei und sie nicht die Mittel besäßen, einen neuen zu graben, so sähen sie nun dem Tage entgegen, an welchem ihre Palmbäume keine Früchte mehr tragen und sie verhungern müßten. Allah wolle es so haben. Da beschloß der General, auf seine eigne Verantwortung einen Bohrapparat aus Frankreich kommen zu lassen. Sofort wurde ein Ingenieur des Hauses Degoussé aus Paris berufen. Er fand die Sache ausführbar. Im folgenden Winter nach viertägiger Arbeit einer Abtheilung Spahis sprudelte ein 4300 Litres in der Minute gebender Quell aus dem verlassenen Schacht. Die Eingeborenen eilten in Menge herbei, stürzten sich über den gesegneten Quell und badeten ihre Kinder darin. Von allen Dases ließen jetzt Bittgesuche um gleiche Begünstigung ein und an funfzig Brunnen sind seitdem angelegt, ohne eine wesentliche Verminderung der Wassermenge in den bereits früher erbohrten zu bewirken. Nach der Nebertreibungssucht unserer Tage hat man sogar die Hoffnung ausgesprochen, auf diese Weise die Wüste einst in einen anmuthigen Garten verwandelt zu sehen. —

Der Wasserreichtum einer Quelle kann mitunter Verlegen-

heiten bereiten. Vor einer Reihe von Jahren ließ ein Landbesitzer in Italien sich einen artesischen Brunnen anlegen, aber die erbohrte Quelle war so mächtig, daß sie sein Grundstück und das seiner Nachbarn überschwemmte. Alle Bemühungen, die Quelle wieder zu verstopfen, waren vergeblich. Durch die deswegen gegen ihn eingeleiteten Prozesse verlor er sein ganzes Vermögen; die Geschichte des Goethe'schen Zauberlehrlings hatte sich zu seinem Unheil bei ihm verwirklicht. Manchmal zieht sich die wasserdichte Schicht auf der Höhe der Berge über die Köpfe der porösen, diese können sich dann nicht mit Wasser füllen. So war es bei Marseille, wo das fruchtbare Erdreich der Weinberge oft bei den Gewitterregen vollkommen fortgespült wurde. Die Weinbauer kamen auf den Gedanken, oben durch tiefe Löcher die deckende Thonschicht zu durchbrechen und Fluthgräben anzulegen, welche das Regenwasser hineinleiteten. Seit der Zeit haben sich am Hafen von Marseille armesdiche Quellen gebildet, welche man früher dort nicht kannte. Im Jahre 1831 brachte die Springquelle auf dem Platz der Cathedrale in Tours aus einer Tiefe von 335 Fuß Zweige und Muscheln heraus.

Soll man bei solchen Erscheinungen noch zweifeln, daß das Wasser, welches in den natürlichen Quellen hervorsprudelt, ursprünglich Tagewasser ist, wie es die Bergleute nennen, die mit seiner Bewältigung ununterbrochen zu kämpfen haben, über den Gruben Fluthgräben anlegen, um durch schnelles Ableiten das Wasser am Eindringen zu verhindern, und die nach heftigem Regen es zuerst in den oberen Teufen hervortreten sehen, immer später in den tiefen? Wie viel Quellen versiegen nach langer Trockenheit, manche so häufig, daß man sie Hungerquellen nennt, im Gegensatz zu den Frühlingsbrünnchen der Schweiz die bei der ersten Schneeschmelze überall hervorbrechen! Dennoch giebt es heute noch Anhänger der sogenannten Haarröhrentheorie. Allerdings wissen wir, daß in einem engen Röh-

hen das Wasser mit ganz gekrümmter hohler Oberfläche höher steht, als in einem weiten Gefäße, in welches die Röhre hineingesetzt ist; aber dieses Höherstehen kann nur stattfinden, so lange die Oberfläche hohl ist; soll es herausfließen, so muß die Oberfläche erst eben werden; das kann also nicht eintreten, weil dann die Bedingung des Höherstehens wegfällt. Auch sieht man, wenn man ein Stück Zucker in Kaffee hineintaucht, dies sich wohl vollsaugen, aber keine Kaffeequolle aus ihm hervorsprudeln.

Aber, sagt man, im heißen Sommer 1822 sammelte sich das Wasser in der Tiefe der Harzer Gruben zu ungewöhnlicher Höhe an, während an der Oberfläche alle Quellen versiegten. Wie einfach erklärt sich das dadurch, daß das durch die hohe Wärme aufgelockerte Erdreich seine natürlichen Haarröhrchen so erweiterte, daß sie das Wasser nicht bis zur Oberfläche mehr heben konnten, weshalb es in der Tiefe sich aufsammeln mußte! Allerdings ist diese Erklärung einfach, aber noch einfacher wohl die, daß, weil diese Wasser durch Mühlwerke gehoben wurden, die durch Bäche getrieben werden, bei dem Versiegen dieser Bäche diese Werke stillstanden und das Wasser nicht heben konnten.

Da häufig mehrere Wasserschichten unter einander sich finden — bei dem Auffinden der Steinkohlen in St. Nicolas d'Allierment bei Dieppe fand man 7 von bedeutender Steigkraft, die letzte in 1000 Fuß Tiefe — so bohrt man häufig weiter, wenn die erste Schicht zu wenig Wasser liefert, aber nicht immer mit Erfolg, denn in Württemberg ist es dreimal vorgekommen, daß das bereits erbohrte Wasser verschwand, indem man statt einer neuen Wasserschicht eine Höhle angebohrt hatte, in die das Wasser sich verlor.

In der Regel ist das Wasser der angebohrten Schichten ruhend, häufig aber fließt es; die Sonde fällt dann plötzlich

tiefer hinunter und gerath in schaukelnde Bewegung, wie in Paris an der Barriere von Fontainebleau, wo sie 23 Fuß hinabfiel. An der gare Saint Ouen war von 5 erbohrten Wasserschichten die dritte so stark fließend, daß die Steintrümmer, welche der Bohrer aus den tiefen Schichten heraufbrachte, von dieser fortgeführt wurden, so daß es nur nöthig war, sie bis zu dieser zu erheben, nicht bis zur oberen Deffnung des Brunnens. Wie entstehen solche unterirdischen Flüsse? Man sieht es deutlich auf dem Karst in Krain. Dort liegt ein jüngerer, festerer Kalkstein auf einem älteren rasch verwitternden. Ist die Unterlage zerstört, so bricht die Decke ein. In viel hundert Beispielen sieht man die dadurch entstandenen Vertiefungen auf der Eisenbahn von Wien nach Triest. Fällt ein Fluß in eine solche Deffnung, so verschwindet er und tritt dann später in weiter Entfernung wieder hervor. Als ich in dem der perte du Rhone nächsten Postgebäude mich nach dem Wege dorthin erkundigte, sagte mir der Posthalter: Sie brauchen nicht hinzugehen, hinten in meinem Garten können Sie etwas weit Merkwürdigeres sehen. Und wirklich der Anblick war überraschend. Ich stand plötzlich an einem senkrecht tief eingeschnittenen, vollkommen trockenen Flußbett, dessen Felsboden wie ein Schwamm durchlöchert war. Steigt nun das Wasser des unterirdischen Flusses, so quillt derselbe aus diesen Deffnungen hervor und füllt dann das ganze Bett. Sah doch Livingstone den mächtigen Wassersturz des Zambeze in eine tiefe Schlucht verschwinden. Ja selbst in der Ebene findet Ähnliches statt wie bei der Guadiana, die eine Zeit lang in einer großen Wiese verschwindet, so daß, wenn man den Spaniern von den großen Brücken in England erzählt, sie mit Stolz erwiedern, in Estremadura gebe es eine, auf welcher hundert tausend Stiere gleichzeitig weiden könnten. Mitunter strömen diese unterirdischen

Flüsse nur periodisch, eine Erscheinung, für welche wir in Griechenland die Erklärung finden.

Südeuropa nimmt Theil an den subtropischen Regen, die im Herbst am stärksten herabstürzen, dann den Winter hindurch bis zum Frühling sich fortsetzen, wo sie ein zweites Maximum erreichen, während der Sommer regenlos ist. Ein Theil dieses Wassers fließt in Morea von den steilen Gebirgsabhängen unmittelbar ins Meer, der andere sammelt sich in tiefen geschlossenen Thalcesseln des Innern zu einem See. Die Seitenwände dieser Thalcessel sind mannigfach zerklüftet und bilden natürliche Abzugskanäle der Seen, welche Katavothra genannt werden, wenn der Spiegel des Sees sich bei der Regenzeit bis zu oder über ihre Einmündung erhebt. Die Ausgänge dieser Kanäle werden Flusshäupter, Kephalovrysi, genannt. Auf diese Weise bilden die Gewässer des Sees von Stymphalos den Erafinas, die der Ebene von Argos bei Mantinea den Anavolo, die des Sees Phenia die Duellen des Ladon. Drama Aly, der letzte Bey von Korinth, hatte, um das Verstopfen der Mündungen zu verhüten, am See Phenia auf drei derselben Roste gelegt. Zu Anfang des griechischen Befreiungskrieges wurden diese abgenommen und eine reiche Ebene dadurch in einen See verwandelt von 150' Tiefe und 20,000' mittlerer Breite. Ahnliche Verhältnisse zeigt der Copaische See in Böotien zwischen dem Helikon, Chlomo und Ptoon. Am Ende des Sommers im August hat sich dieser See in eine Ebene verwandelt, einen kleinen Wasserspiegel bei Topolia ausgenommen. Hier hat man durch Erweiterung der Katavothra der Natur nachgeholfen, ja zwei künstliche Emissare schon im Alterthum angelegt. Münden diese unterirdischen Kanäle im Meer, so brechen dann in ihm Süßwasserquellen hervor, wie zu Anavolo, bei Artros und an vielen Punkten der zerrissenen Küste von Argolis, Laconien und Achaja. Solche Stellen galten im Alterthum als geheilige Orte und

daher finden sich oft Tempelruinen in ihrer Nähe. Wie weit aber die wasserdichten Schichten unter dem Meere sich fortziehen können, geht daraus davor, daß vor einigen Jahren ein englischer Convoi 100 Seemeilen von dem nächsten Punkt der indischen Küste eine mächtige Süßwasserquelle hervorbrechen sah. In dem überall zertrümmerten krystallinischen Gestein kann das nicht vorkommen; in einem Granithale finden sich daher viele, aber nur kleine Quellen, die, unter den Steinen verborgen, sich dann nur durch ihr Murmeln verrathen. Welcher Gegenzug zwischen solchen Quellen und der von Bacluse, welche in einer Minute, wenn sie am spärlichsten fließt, 1200 Kubikfuß Wasser liefert, bei größerem Wasserreichthum die dreifache Menge.

Eine besondere Klasse bilden die Quellen, welche aus den Gletschern hervortreten. Sie entstehen durch das Schmelzwasser, welches auf der Oberfläche des Gletschers sich bildet und in die Spalten eindringt, dann unter dem Eise fortfließt, bis es zuletzt oft aus einer prachtvollen Eisgrotte heraustritt. Das schönste Beispiel ist die Quelle des Ganges, der in der Nähe des Tempels von Gangatri als ein 120 Fuß breiter Fluß aus einem senkrechten Eiswall hervorbricht. Alle diese Gletscherbäche, kennlich durch ihr weißes seifenähnliches Wasser, fließen am Tage stärker, als in der Nacht und sind desto wasserreicher, je höher die Wärme der Luft. Für den Lauf derselben unter dem Gletschereise giebt es einen merkwürdigen Beleg. Im Jahre 1790 stürzte Christian Borer, der Wirth vom Grindelwald, als er seine Heerde von Boeniseck herabtrieb, in eine Gletscherspalte. Als er zur Besinnung kam, fühlte er, daß er im fließenden Wasser liege, und kroch nun mit gebrochenem Arm in dem eisigen fließenden Wasser Stunden lang weiter, bis er zum Thor der Lütschine heraus kam.

Das fruchtbare Erdreich unserer Niederungen liegt gewöhnlich auf einer Sandschicht und wird durch Dämme gegen die

Ueberschwemmung des Flusses geschützt. Steigt nun bei dem Eisgang das Wasser erheblich, so wird versucht, durch Erhöhung des Dammes das Ueberpülen zu verhindern. Oft scheitern aber alle Bemühungen der aufgebotenen Dorfschaften, die Gefahr abzuwenden, an einem andern Umstand. Dem Seitendruck des immer höher anschwellenden Wassers widersteht zwar der festgeschüttete, durch Weidengeflecht faschinenartig befestigte Damm, nicht aber die lose Sandschicht, auf der er ruht. Während auf dem Kranze des Dammes alles mit seiner Erhöhung beschäftigt ist, entsteht hinter demselben plötzlich ein sogenannter Quellgrund, d. h. es sprudelt ein immer mächtiger werdender sandführender Wasserquell hervor; bald sinkt dann der auf große Strecken unterspülte Damm, und mit furchtbarer Gewalt bricht dann das Wasser in die Niederung ein. Es ist eine unrichtige Vorstellung, daß die Versandung hierbei nur dadurch entsteht, daß Sand aus dem Fluß über das fruchtbare Erdreich geschüttet wird. In der Regel wird durch die einstürzende Wassermasse die fruchtbare Decke fortgeführt und der sandige Untergrund dadurch bloßgelegt. Die weißen Streifen liegen daher wie der Fußpfad auf einer Wiese tiefer als die Rasendecke. Leider besitzt auch Berlin Quellgrund. Dadurch entstehen bei hohem Spreestand Kellerüberschwemmungen, von denen größter v. Desfeld eine Karte veröffentlicht hat.

Der Unterschied zwischen dem kältesten und wärmsten Monat im Jahr beträgt für die Oberfläche des Bodens in Berlin  $13^{\circ} 64$ , in 1 Fuß Tiefe  $12^{\circ} 95$ , in 2 Fuß  $10^{\circ} 69$ , in 3 Fuß  $9^{\circ} 14$ , in 4 Fuß  $8^{\circ} 51$ , in 5 Fuß  $7^{\circ} 95$ . Bei dieser schnellen Abnahme der Veränderungen der Wärme nach Unten sieht man, daß die in 24 Fuß Tiefe nur noch  $\frac{1}{2}$  Grad betragende Wärmeänderung in 60 bis 70 Fuß Tiefe fast vollkommen verschwindet. Die sogenannte veränderliche Erdschicht hat daher noch nicht 100' Mächtigkeit. Quellen zeigen daher, je

tiefer der horizontale Theil der nappe d'eau in diese veränderliche Schicht eingesenkt ist, eine desto gleichbleibendere Wärme. In dieser Beziehung unterscheiden sich daher oft nahe an einander hervorbrechende Quellen erheblich. In Marienberg bei Boppard ist nach den sorgfältigen Beobachtungen von Hallmann die jährliche Veränderung der Luftwärme  $15^{\circ} 72$ , der Michelsquelle  $7^{\circ} 73$ , des Haßborns  $4^{\circ} 77$ , der Mühlthalquelle  $2^{\circ} 99$ , der Hirschkopfsquelle  $2^{\circ} 62$ , des Salzbrunnens  $2^{\circ} 14$ , der Louisequelle  $0^{\circ} 96$ , hingegen der wichtigsten, die ganze Wasseranstalt speisenden Quelle, des Orgelborns nur  $0^{\circ} 54$ . Diese Verschiedenheit zeigt sich nicht nur bei Gebirgsquellen, sondern auch bei denen der Ebene. In Conitz ist der Unterschied zwischen dem kältesten und wärmsten Monat nach langjährigen Beobachtungen bei einer Quelle  $3^{\circ} 06$ , bei einer andern nur  $0^{\circ} 46$ , während der der Luftwärme  $17^{\circ} 22$  beträgt. Der Gesundbrunnen in der Oranienburger Vorstadt von Berlin verändert sich innerhalb eines Jahres nur um  $\frac{3}{10}$  eines Grades. Wie erstaunt daher der Schlittschuhläufer, wenn er im Teich die quellige Stelle offen findet, die er im Sommer beim Baden wegen ihrer Kälte vermied. In der heißen Zone, wo bei der im Jahr gleichbleibenden Wärme der Unterschied zwischen Tag und Nacht größer ist, als zwischen Winter und Sommer, tritt dieselbe Erscheinung in der täglichen Periode hervor. So berichtet Lucrez von der Quelle am Tempel des Jupiter Ammon in der Dase, sie sei kälter bei Tage, wärmer bei Nacht. Das Erdreich, fügt er hinzu, ist wie eine gefaltene Hand. Bei der Kälte schließt sie sich, die innere Wärme kann dann nicht ausströmen; bei äußerer Wärme öffnet sie sich und die Erde wird kälter, indem die innere Wärme entweicht. Wie anmuthig ist diese Erklärung, schade nur, daß sie vollkommen falsch ist, denn das Thermometer zeigt uns, daß das, was hier erklärt wird, nämlich die Veränderung der Quellwärme, überhaupt nicht existirt.

Unter den Quellen kann die beste Quelle wenig erfrischen, da das Mittel sich von der Wärme des heißesten Monats nur wenig unterscheidet, und während bei uns um sie herum Alles frischer und kräftiger gedeiht, sind sie in Lappland und Island, wenn sie ihr eisiges Mittel in den kurzen heißen Sommer hinein bringen, ein Fluch für die Vegetation. Eine Quelle in Cumana =  $+ 20^{\circ}$  differirt von dem heißesten Monat =  $23^{\circ} 3$  nur um  $3^{\circ} 3$ , in Cairo um  $5^{\circ} 9$ , in Straßburg um  $7^{\circ}$ , in Upsala um  $8^{\circ} 3$ . Aber auch hier vermeidet die Natur die ihr gestatteten Extreme, denn während in Basel die Temperatur der Quellen gleich ist der mittleren Wärme des Luftkreises, stehen sie in tropischen Gegenden unter dem Mittel, übertreffen hingegen in der kalten Zone die Temperatur des Bodens um mehrere Grade. Dass hierauf vorzugsweise die Zeit im Jahre, in der der meiste Regen fällt, einen Einfluss hat, leuchtet wohl ein. Aber auch bei gleicher Vertheilung der Regenmenge innerhalb der jährlichen Periode giebt es mehrfache Gründe, dass in höheren Breiten die Temperatur der Quellen höher aussfällt, als die der Atmosphäre. Weil nämlich im Winter bei strenger Kälte der gefrorene Boden dem Wasser nicht erlaubt einzudringen, dies daher erst bei Thauwetter, also mit höherer Wärme eindringt, wird die mittlere Wärme des die Quellen speisenden Wassers höher ausfallen müssen, als die mittlere Luftwärme. Dringen wir durch die veränderliche Schicht tiefer in die Erde, so bleibt zwar auch hier die Wärme das ganze Jahr hindurch unverändert, ist aber immer höher, je tiefer wir eindringen. Während unsre Quellen an der Oberfläche  $8^{\circ}$  warm sind, ist das Wasser im Bohrloch von Rüdersdorff 700' unter dem Spiegel der Ostsee  $18^{\circ} 2$ , im 2144' tiefen Bohrloch von Nehme an der Porta Westphalica  $18^{\circ} 5$ , und stieg bei dem Bohren des Brunnens von Grenelle in Paris von  $81^{\circ}$  auf  $22^{\circ} 2$ , als man in 1683 Fuß Tiefe endlich die Kreide durchstossen den bei Tours ausgehen-

den Greensand erreichte und damit eine Wasserschicht, deren Steigkraft so groß war, daß man in Grenelle an einem hohen Mast hinaufsteigt, um oben das Wasser in Gestalt einer Schale ausschützen zu sehen. Die Entstehung der heißen Quellen bietet daher keine Schwierigkeit dar, sowohl was die Höhe ihrer Temperatur betrifft, als die Unveränderlichkeit derselben, die aus dem Vergleich der Beobachtungen von Carrère im Jahre 1764 mit denen von Anglada im Jahre 1819 so deutlich hervorgeht, weil Anglada ein entgegengesetztes Ergebniß zu erhalten geglaubt hatte, indem er nicht beachtet, daß Carrère sich eines anders getheilten Thermometers bedient hatte. In Mont Dore badet man sich jetzt noch in der  $38^{\circ} 7$  warmen Quelle, welche man schon zu Julius Cäsar's Zeiten ohne Abkühlungsverfahren benutzte. Da man nun in dem  $40^{\circ}$  warmen Bade von Rouffillon höchstens 3 Minuten aushalten kann, im Wasser von  $36^{\circ}$  etwa 8 Minuten, so müssen die Quellen seit den Tagen der Römerherrschaft ihre Wärme unverändert beibehalten haben, man müßte denn annehmen, jene hätten sämtlich eine Haut gehabt wie der Türk, welchen Marschall Marmont in Brussa in einem Bade von  $62^{\circ}$  lange verweilen sah. Es hat nun auch nichts Auffallendes mehr, daß die heißen Quellen gerade in den am Tieffsten eingeschnittenen Theilen des Urgebirges hervortreten, daß ihre Temperatur in der Regel höher wird, je mehr wir uns der Granitachse des Gebirges nähern, da hier das, was einst das Innere bildete, an die Oberfläche selbst hervorgetreten ist, das tieffste Eindringen des Wassers also am Wahrscheinlichsten wird. Auf diese Weise wird klar, daß, während die Quellen in Rouffillon bei Olette  $70^{\circ}$  zeigen, die von Dar im Ländchen Foix nur  $60^{\circ}$  warm sind, die von Bagnères de Luchon weiter westlich  $50^{\circ}$ , die von Barèges  $40^{\circ}$ , die eaux bonnes und eaux chaudes im Thal von Ossau  $30^{\circ}$ , und endlich die von Cambo nicht fern von Bayonne und am fernsten von der

Hauptmasse des Granits der Pyrenäen nur  $17^{\circ}$ . Dafür, daß die heißen Mineralwässer ihre Wärme ihrem Ursprung in großer Tiefe verdanken, spricht die zufällige Entdeckung der  $40^{\circ}$  warmen Wheal-Cliffort Quelle in einer 1350 Fuß tiefen Kupfermine bei Redruth im Cornwall, deren Temperatur mit den Quellen von Bath fast vollkommen übereinstimmt.

Mit dem eben Erläuterten steht nicht im Widerspruch, daß Quellen in Folge von Erdbeben mitunter ihre Wärme erheblich verändern, denn durch solche Verrückungen des Gesteins kann ihr Zusammenhang mit tiefen Schichten entweder unterbrochen oder eröffnet werden. Bei dem großen Erdbeben von Lissabon im Jahr 1755 stieg in den Bagnères de Luchon die Source de la Reine auf  $40^{\circ}$  und verwandelte sich auf diese Weise aus einer kalten in eine heiße Quelle, während das Umgekehrte durch das große Erdbeben von 1660 für eine Quelle in Bagnères de Bigorre eintrat. Als am 29. September 1759 36 Meilen von der Küste und 42 Meilen von jedem andern in Bewegung befindlichen Vulcan sich der Torullo in der Intendantschaft von Valladolid erhob, verloren sich bei dem Cerro de St. Ines die Flüsse Guatimba und San Pedro, deren klares Wasser ehemals die Zuckerrohrfelder der nahe gelegenen Hacienda beneßt hatte. An ihrer Stelle brächen 600 Fuß davon entfernt zwei Flüsse aus dem Thongewölbe der Hornitos, in deren Wasser Humboldt das Thermometer auf  $42^{\circ}$  steigen sah.

Auf seinem langen unterirdischen Wege begegnet das Wasser in der Regel Substanzen, welche es aufzulösen vermag. Selbst das gewöhnliche Quellwasser ist daher nicht chemisch so rein, wie das Regenwasser, und wenn auch der kohlensaure Kalk, den es aufgelöst hat, nur in geringerer Menge in ihm vorhanden ist, so reicht diese doch hin, mit Seife eine flockige Kalkseife zu bilden, während im Regen- und Flusswasser die Seife sich gleichförmig auflöst, und beim Kochen der Erbsen

und Bohnen das Weichwerden und Aufquellen derselben zu verhindern, indem der Kalk an die Schale sich anschließt und dadurch dem Wasser den Zutritt zu ihnen versagt. Wir nennen Quellwasser daher hart, im Gegensatz zum weichen Flusswasser. Die Quelle wird zur Mineralquelle, wenn die aufgelösten Bestandtheile in größerer Menge vorhanden sind.

Für die Bildung der Mineralquellen hat Plinius den wichtigen Satz ausgesprochen: so sind die Wässer wie das Land, durch welches sie fließen. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, untersuchte Struve die in der Nähe von Bilin, Teplitz, Marienbad, Karlsbad und Eger vorkommenden Basalte, Klingsteine und Porphyre und schritt, nachdem er in demselben alle die festen Bestandtheile der benachbarten Sauerbrunnen gefunden hatte, zu der künstlichen Nachbildung derselben, indem er die gepulverten Gesteine unter dem Druck einer Pumpe mit Kohlensäure und Wasser in Berührung brachte. Die glänzenden Erfolge dieser Versuche haben die künstlichen Mineralwässer hervorgerufen, ein wahrer Segen besonders für die von Heilquellen weit entfernten Gegenden. Man hat vielfach gegen diese eingewendet, daß möglicher Weise in den natürlichen Quellen noch unbekannte Stoffe vorhanden seien, eine Behauptung, die durch die Auffindung von Caesium und Rubidium in den Wässern von Baden-Baden und Dürkheim vermittelst der Spectralanalyse von Bunsen bestätigt worden ist, wobei man doch aber bedenken muß, daß die natürlichen Quellen neben der für eine bestimmte Krankheitsform heilkräftigen Substanzen oft auch andere durch Unverdaulichkeit schädliche enthalten, deren Weglassung zweckmäßiger ist, als eine slavische Nachbildung. Die Behauptung, daß heiße Mineralwässer bei ihrem Erkalten andere Gesetze als künstlich erwärmte Wässer befolgen, ist ersonnen worden, um die künstlichen Mineralwässer zu verdächtigen.

Wenn vom naturwissenschaftlichen Standpunkt den künst-

lichen Mineralwässern daher dieselbe Wirkung zugeschrieben werden muß, als den natürlichen, so soll doch damit nicht gesagt werden, daß eine Brunnenkur zu Hause dieselbe Wirkung habe als eine Badereise. Unter den Gesunden ist der Kranke immer verwaist, nur geduldet; wie anders im Bade, wo alles frank ist, wo auf dem Gesichte jedes Gastes der Ausdruck liegt, daß er der Majorität angehört, wo er aussieht wie ein Abgeordneter, welcher, indem seine Parthei zur Mehrheit geworden, die resignirte Oppositionsmiene ablegt, die noch vor Kurzem so merkwürdig abstach gegen den Aplomb, durch welchen die Stützen der Regierung sich von den übrigen Geschöpfen dieser Erde unterscheiden. Hierzu kommt die Diät, die, da sie auch im Interesse der Wirthschaft liegt, hier viel strenger gehalten wird, endlich die unendliche Heilkraft des Müßigganges nicht allein für die, welche zu Hause mit Geschäften überladen, sondern auch für die, welche daran gewöhnt sind, weil zum ersten Mal das Gefühl erfüllter Pflicht ihr Herz stolzer bewegt. Ueberhaupt ist jeder ein anderer geworden. Man begegnet Bankiers, die im Lesezimmer früher nach der Badeliste, als nach dem Courszettel greifen, Juristen, die über einen vorgelegten Rechtsfall dieselbe Meinung äußern, Räthe, ohne die strenge Amtsmiene, welche nur ahnen lassen wollen, daß dem geheimnißvollen Ausdruck derselben eine Wirklichkeit zum Grunde liege, Militairs, als gewöhnliche Menschen verkleidet und als Gegensatz dazu Leute in negativem Incognito, die nichts sind und glauben machen wollen, sie wären was rechtes. Welcher Kranke soll da nicht ein anderer, d. h. gesund werden, hier wo die Krankheit selbst eine anmutigere Form annimmt, denn wie oft begegnet man Gesichtern, in die man gern hineinsähe, um zu fragen, was ihnen fehlt. Wenn das schon in einem kleinen Bade der Fall ist, welche Fülle von Reiz bietet ein großes dar. Dieses Gewirr von Sprachen, diese wundersame Mischung von

bonne société und demi-monde, beide glänzend und doch so verschieden, wie ein echter Stein von imitation, welche Nüancirung in der gegenseitigen Begrüßung und in der Conversation, von der höchsten Stufe an, wo man nur fragt, ohne je eine Antwort zu erwarten, bis zur allertieffsten Stufe des gründlichen Eingehens in die Sache; und wenn man nun hinaustritt aus diesen feenhaft geschmückten Sälen in eins dieser heimlich stillen Thäler, wenn man sich hinwirft an die Quelle, die immer fortplaudert, auch wenn man nicht zuhört, was sie erzählt, unten im frischen Wiesengrunde ein sich schlängelnder Bach, daneben die Mühlgebäude, oben eine Burg im Ephengewande, die über das dunkle Waldesgrün herabsteht, kann man sich da wundern, daß im Heirathscontract einer Pariserin die Worte: „et la saison à Bade“ nicht fehlen dürfen? —

Unter den Mineralquellen sind die Salzquellen die wichtigsten und an ihnen hat sich die Auslaugungstheorie am entschiedensten bewährt: indem es hier gelungen ist, die Geburtsstätte ihres Salzgehaltes in den unter ihnen erbohrten mächtigen Steinsalzlagern direkt nachzuweisen. Diese wichtige Entdeckung, welcher Preußen sein jetzt in Staßfurt aufgeschlossenes Wilitschka verdankt, wurde von einem Herrn v. Langsdorf gemacht, der in Wimpfen in Württemberg vom August 1812 bis Frühjahr 1816 unermüdlich fortabohren ließ, bis er in 475' Tiefe endlich ein Steinsalzgäser von 60' Mächtigkeit entdeckte, ein Ergebniß, dem bald ähnliche in Süd- und Norddeutschland und in Frankreich folgten.

Der kohlensaure Kalk, welchen so viele Quellen aufgelöst enthalten, setzt sich in fester Form bei der Verdunstung des Wassers ab. Diese Verdunstung giebt in den Höhlen der Kalkgebirge die Veranlassung zu der merkwürdigen Tropfsteinbildung. Wie bei dem Thauwetter sich Eiszapfen bilden, so entstehen an den Decken dieser Höhlen durch den Kalkabsatz der verdunsten-

den Tropfen Kalkzapfen, denen vom Boden aus durch die herabfallenden Tropfen ein zweiter entgegenwächst, bis beide sich in Form einer Sanduhr vereinigen und nun bei weiterem Herabfließen der Tropfen zuletzt mächtige schlanke Säulen werden. An einem Wasserfall tritt eine noch lebhaftere Verdunstung ein, der lapis Tiburtinus der Alten ist jetzt in anderer Form als Confetti di Tivoli allgemein bekannt.

Von dem Kalksinter heißer Quellen ist die Karlsbader Sprudelschale ein bekanntes Beispiel, da jeder Badegast wenigstens ein versteinertes Souvenir mit nach Hause bringt. Aber auch bei diesen befördert die bei einem Wassersturz gesteigerte Verdunstung diesen Absatz. Ein schönes Beispiel ist Pambuk Kalesssi, das Baumwollenschloß, so benannt nach den pittoresken Formen seiner Kalkabsonderung, das Hierapolis der Alten, von welchem Strabo berichtet, daß seine Wasser so schnell fest würden, daß gegrabene Kanäle sich in Mauern aus einem einzigen Stück verwandelten. Diese Quellen entspringen in großer Anzahl auf einem Plateau, welches sie, immer neue Hindernisse sich aufbauend, in stets sich ändernden Rinnenalen durchströmen, bis sie, an den 300 Fuß hohen Absturz desselben gelangend, ihn auf einer Länge von fast einer halben Meile überströmen. Das Zauberhafte bald blendend weißer, bald gelblich die Wände überziehender Stalaktiten bietet nach Tchichatschef jeder Beschreibung Troz. Ähnliches zeigt der Tatarata am nordöstlichen Ufer des Roto mahana in der Provinz Auckland auf Neu-Seeland. Aus einem schneeweiß übersinterten 80 Fuß langen und 60 Fuß breiten Becken strömt das stets aufwallende kochend heiße Wasser über von ihm gebildete Kalksinterterrassen, die weiß, wie aus Marmor gehauen, eine Reihenfolge tiefblauer Wasserbecken bilden, natürliche Badebassins, welche der raffinirteste Luxus nicht bequemer hätte anlegen können, die tiefer ge-  
out ,wohnt. Schilfgras u. reichl. Wasserpfl. wachsen

legenen allmählig abnehmend an Temperatur und so groß, daß man bequem darin herumschwimmen kann.

Es ist daher keine Fabel, wenn die Griechen von Brücken bauenden Quellen sprechen. Tchichtscheff hat eine schöne Zeichnung von der in Pambuk Kaleschi gegeben, die über den ausgetrockneten Fluß gespannt, durch die Verdunstung des herabfallenden Wassers dem unter ihr gelagerten Reisenden angenehme Kühlung gewährt. Auf dem Wege von Erzerum nach Trapezunt hat Ely Smith eine andere gesehen. Hier ist der Tufansatz so stark erfolgt, daß zuletzt der vordere Ansatz abbrach und in den Fluß stürzend den Pfeiler bildete, zu dem sich diese Naturbrücke hinüberwölbt. Auf dem Wege von Algier nach Constantine treten Quellen hervor, deren kochendes Rauschen und aufwirbelnde Dampfwolken man schon aus weiter Ferne bemerkt. Hier bildet eine zahllose Menge blendend weißer Kalkpyramiden die bizarrsten Felsenfiguren. Bei den Arabern geht die Sage, ein mächtiger Häuptling habe eine durch den Koran verbotene Ehe geschlossen und Allah erzürnt den Marabout, der sie eingesegnet, das Brautpaar und sämtliche Hochzeitsgäste in Stein verwandelt. Der gottlose Kessel, welcher das Mahl bereiten sollte, sei verdammt worden, ewig zu kochen. Daher der Name Hamman el Meskhatin: die verfluchten Quellen.

Häufig baut sich der Sinterabsatz allmählig zu einer oben in ein weiteres Becken endenden Nöhre auf. Das diese füllende heiße Wasser hat natürlich am Boden dieser Nöhre eine bedeutend höhere Wärme als an der Oberfläche, da die unten sich bildenden Dampfblasen nicht nur den Druck des Luftkreises, sondern außerdem den Druck der über ihnen stehenden Wassersäule zu überwinden haben. Diese oben dem Kochpunkt nahen, aber durch die Abkühlung an der Oberfläche ihn nicht erreichen den Wässer kommen dann bei stärkerem Aufquellen durch zufällige Vereinigung größerer Blasen in plötzliches Kochen, wo-

bei das mit Dämpfen gemischte Wasser zu bedeutenden Höhen emporgeschleudert wird. Die bekannteste dieser heißen Quelle ist der Geiser und Stroffer in Island. Bei jenem ist die Wärme des Wassers am Boden des 59 Fuß tiefen, 9 Fuß weiten Quellschachtes  $100^{\circ}$ , also  $20^{\circ}$  wärmer als der gewöhnliche Kochpunkt, bei diesem  $92^{\circ}$  in 27 Fuß Tiefe des bis 40 Fuß herabgehenden Rohres.

Die gewöhnliche Wurfhöhe des letzteren von 150 Fuß steigert sich bei eintretender Verstopfung der unteren Mündung des Rohres nach Ueberwindung des Hindernisses dann auf  $180^{\circ}$ .

Von dem Tatarata-Sprudel sagen die Neu-Seeländer, daß bisweilen plötzlich die ganze Wassermasse des Hauptbassins mit ungeheurer Gewalt ausgeworfen werde und daß man dann gegen 30 Fuß tief in das leere Bassin blicken könne, das sich schnell wieder füllt.

Den festen Ablagerungen inkrustirender kalter Quellen entspricht der Dornstein unserer Gradirhäuser, während die Absätze heißer Quellen ihr Analogon in dem sogenannten Kesselstein unserer Dampfmaschinen finden, dessen vollständige Beseitigung ein bisher ungelöstes Problem ist.

Die mächtigste Mineralquelle der Erde ist das Meer selbst. Die durch Verdunstung, Zufluß und organische Prozesse geregelte Gleichförmigkeit seiner Zusammensetzung kann aber nur verstanden werden, wenn wir den weitern Verlauf des in den Quellen hervorbrechenden Wassers in Form von Bächen, Flüssen und Strömen über die Oberfläche der Erde verfolgt haben werden. Dies wird den zweiten Theil unserer Betrachtung bilden. Es ist dies das unmittelbar sichtbare Ergänzungsglied jenes Kreislaufes des Wassers, dessen erstes, weil es anfänglich in dem Luftkreise stattfindet und unterhalb des Bodens sich dann unsern Blicken entzieht, so lange verkannt worden ist.

Berlin, Druck von Gebr. Unger (G. Unger), Königl. Hofbuchdrucker.

