

## Neuntes Capitel.

### Verschiedene Beispiele von der Anwendung der vier Methoden.

§. 1. Ich wähle als ein erstes Beispiel eine anziehende Untersuchung eines der hervorragendsten Chemiker, des Freiherrn von Liebig. Es gilt, die unmittelbare Ursache des durch metallische Gifte hervorgebrachten Todes zu ermitteln\*).

Arsenige Säure und die Blei-, Wismuth-, Kupfer- und Quecksilbersalze zerstören, wenn sie in anderen als den geringsten Gaben in den thierischen Organismus gebracht werden, das Leben. Diese Thatfachen kannte man lange als vereinzelte Wahrheiten von dem niedrigsten Grad von Allgemeinheit, aber es war Liebig vorbehalten, mittelst einer geschickten Anwendung der ersten zwei von unseren Methoden der Experimental-Forschung diese Wahrheiten durch eine höhere Induction miteinander zu verknüpfen, indem er nachwies, welche Eigenschaft all diesen verderblichen Substanzen gemein und die eigentliche Ursache ihrer tödtlichen Wirkung ist.

Wenn die Auflösungen dieser Substanzen mit manchen thierischen Producten, wie Eiweiß, Milch, Muskelfaser und thierischen Membranen in hinreichend nahe Berührung gebracht werden, so verläßt die Säure oder das Salz das Wasser, in dem es aufgelöst war, und geht mit der thierischen Substanz eine Verbindung ein, und diese Substanz verliert, nachdem sie diese Einwirkung erfahren hat, ihre Neigung zu spontaner Zersetzung oder Fäulniß.

Die Beobachtung zeigt auch in Fällen, wo der Tod durch diese Gifte herbeigeführt ward, daß die Körpertheile, mit denen die giftigen Substanzen in Berührung kamen, späterhin nicht verwesten.

Und endlich, wenn das Gift in zu geringer Menge eingegeben wurde, um tödtlich zu wirken, so entstehen Schorfe, d. h. gewisse Theile an der Oberfläche der Gewebe werden zerstört, und durch den Proceß der Wiederherstellung, der in den gefunden Theilen stattfindet, nachher abgestoßen.

Diese drei Reihen von Fällen lassen sich nach der Ueberein-

\*) [„Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie“ 5, 461 ff. — Ich habe mich an einigen Stellen der Liebig'schen Darstellung etwas enger angeschlossen, als dies im englischen Original geschieht.]

stimmungsmethode behandeln. In ihnen allen werden die metallischen Verbindungen mit den Substanzen in Berührung gebracht, aus denen der menschliche oder thierische Körper besteht, und die Fälle scheinen in keinem anderen Umstande übereinzustimmen. Die übrigen Antecedenzen sind so verschieden und sogar entgegengesetzt, als sie nur möglicherweise sein könnten, denn in einigen befinden sich die thierischen Stoffe, die der Einwirkung der Gifte ausgesetzt sind, in einem Zustande des Lebens, in anderen in einem Zustande der Organisation, im dritten auch nicht in diesem. Und was ist in allen Fällen die Folge? Die Verwandlung der thierischen Substanz (durch Vereinigung mit dem Gifte) in eine chemische Verbindung, welche durch eine so starke Gewalt zusammengehalten wird, daß sie späterhin jeder Einwirkung der gewöhnlichen Ursachen der Zersetzung widersteht. Nun besteht das organische Leben (die nothwendige Bedingung des empfindenden Lebens) in einem beständigen Zustande der Zersetzung und Erneuerung der verschiedenen Organe und Gewebe; was sie dieser Zersetzung unfähig macht, zerstört das Leben. Und somit ist die nächste Ursache des durch diese Art von Giften hervorgerufenen Todes ermittelt, so weit die Ueber-einstimmungsmethode sie ermitteln kann.

Wir wollen jetzt an unser Ergebniß den Prüfstein der Differenzmethode legen. Indem wir von den bereits erwähnten Fällen ausgehen, in denen das Antecedens die Anwesenheit von Substanzen ist, die mit den Geweben eine Verbindung eingehen, welche unfähig ist in Fäulniß überzugehen (und a fortiori unfähig, jene chemischen Proceßse zu erleiden, die das Leben ausmachen), und das Consequens das Absterben entweder des ganzen Organismus oder eines Theiles desselben ist, wollen wir mit diesen Fällen andere vergleichen, die ihnen so viel als möglich gleichen, aber in welchen diese Wirkung nicht hervorgerufen wird. Und erstlich, „es ist bekannt, daß viele unlösliche basische Salze der arsenigen Säure nicht giftig sind, und eine der reichsten Arsenverbindungen, die in ihrer Zusammensetzung den organischen Verbindungen am nächsten steht, das von Bunsen entdeckte Alkargen, besitzt nicht die geringste nachtheilige Wirkung auf den Organismus.“ Bringt man nun diese Substanzen in irgendeine Berührung mit den Geweben, so verbinden sie sich nicht mit ihnen, sie halten ihre fortschreitende Zersetzung nicht auf. So weit man daher aus diesen Instanzen etwas schließen kann, scheint es, daß dort, wo die Wirkung fehlt, dies in Folge der Abwesenheit jenes Ante-

cedens geschieht, das wir bereits guten Grund hatten für die nächste Ursache zu halten.

Allein die strengen Bedingungen der Unterschiedsmethode sind noch nicht erfüllt, denn wir können nicht sicher sein, daß diese nicht-giftigen Körper mit den giftigen Substanzen in jeder anderen Eigenschaft außer in der einen übereinstimmen, daß sie eine schwer zersehbare Verbindung mit den thierischen Geweben eingehen. Um die Methode streng anwendbar zu machen, bedürfen wir eines Falles — nicht einer verschiedenen Substanz, sondern einer von ebendenselben Substanzen unter Umständen, die sie hindern würden, mit den Geweben die fragliche Art von Verbindung einzugehen, und wenn dann der Tod nicht erfolgt, so ist unsere Sache ausgemacht. Solche Fälle gewähren uns nun die Gegenmittel, die es für diese Gifte gibt. Bei der Vergiftung durch arsenige Säure z. B. wird die Zerstörung sogleich aufgehalten, sobald man Eisenoxydhydrat anwendet. Nun weiß man, daß dieses Hydrat sich mit der Säure verbindet und eine Verbindung bildet, die, da sie unlöslich ist, auf thierische Gewebe überhaupt nicht wirken kann. Ebenso ist Zucker ein wohlbekanntes Gegenmittel gegen die Vergiftung durch Kupferoxydsalze, und Zucker reducirt diese Salze entweder auf metallisches Kupfer oder auf das rothe Oxydul, und keines von beiden geht eine Verbindung mit thierischen Stoffen ein. Die Bleikolik, die in Fabriken von Bleiweiß so häufig vorkommt, ist überall unbekannt, „wo die Arbeiter gewöhnt sind, täglich als Präservativ und Gegenmittel sogenannte Schwefelsäure-Limonade (Zuckerwasser mit Schwefelsäure angesäuert) zu sich zu nehmen.“ Nun besitzt verdünnte Schwefelsäure die Eigenschaft, alle Verbindungen von Bleioxyd mit organischen Stoffen zu zersetzen oder ihre Entstehung zu verhindern.

Es ist noch eine andere Classe von Fällen von der Art, wie sie die Unterschiedsmethode verlangt, vorhanden, die auf den ersten Anblick mit der Theorie in Widerspruch zu stehen scheinen. Lösliche Silbersalze, wie z. B. salpetersaures Silberoxyd, haben dieselbe zusammenziehende, antiseptische Wirkung auf in Zersetzung begriffene thierische Substanzen, wie Aëzsublimat und die tödtlichsten metallischen Gifte, und auf die äußeren Körpertheile angewendet, wirkt das salpetersaure Silberoxyd als ein stark-äzendes Mittel, das diese Theile aller Lebensthätigkeit beraubt und bewirkt, daß die umgebenden lebenden Theile sie in der Form eines Schorfes abstoßen. Das salpetersaure Silberoxyd und die

anderen Silbersalze sollten daher, so scheint es, wenn die Theorie richtig ist, giftig sein, doch kann man sie innerlich ohne alle Gefahr anwenden. Aus dieser anscheinenden Ausnahme erwächst der Lehre die stärkste Befräftigung, die ihr noch zu Theil wurde. Salpetersaures Silberoryd wirkt, wenn es in den Magen gebracht wird, trotz seiner chemischen Eigenschaften nicht giftig, aber im Magen, wie in allen thierischen Flüssigkeiten befindet sich Kochsalz, und im Magen befindet sich auch freie Salzsäure; diese Substanzen wirken als natürliche Gegenmittel, indem sie sich mit dem salpetersauren Silberoryd verbinden, und wenn seine Menge nicht zu groß ist, es unmittelbar in Chlorsilber verwandeln, eine Substanz, die sehr schwer löslich und darum nicht im Stande ist mit den Geweben eine Verbindung einzugehen, obgleich es, so weit es löslich ist, eine Heilwirkung ausübt mittelst einer ganz verschiedenen Classe von organischen Wirkungen.

Die vorangehenden Beispiele haben uns eine Induction von hoher Beweiskraft geboten, welche die beiden einfachsten unserer vier Methoden beleuchtet, allein sie erhebt sich nicht bis zu dem Maximum von Gewißheit, welches die Unterschiedsmethode in ihrer vollkommendsten Gestalt gewähren kann. Denn (das dürfen wir nicht vergessen) der positive und der negative Fall, die diese Methode in ihrer vollen Strenge verlangt, sollten sich nur durch die Anwesenheit oder Abwesenheit eines einzigen Umstandes unterscheiden. Nun unterscheiden sie sich in dem vorangehenden Beispiel durch die Ab- oder Anwesenheit nicht eines Umstandes, sondern einer Substanz: und da jede Substanz unzählige Eigenschaften besitzt, so können wir nicht wissen, welche Menge wirklicher Verschiedenheiten in dem enthalten sind, was dem Namen und Anschein nach eine einzige Verschiedenheit ist. Es ist denkbar, daß das Gegenmittel, das Eisenorydhydrat z. B., die Wirkung eines Giftes durch eine andere von seinen Eigenschaften aufheben mag, als dadurch, daß es eine unlösliche Verbindung mit ihm eingeht, und wenn dies der Fall wäre, so würde die Theorie, insofern sie auf jene Instanz gestützt ist, zusammenbrechen. Diese Quelle der Unsicherheit, die ein ernstes Hinderniß für alle umfassenden Verallgemeinerungen in der Chemie ist, wird jedoch im vorliegenden Falle fast auf das möglich geringste Maß zurückgeführt, wenn wir finden, daß nicht nur eine, sondern viele Substanzen die Fähigkeit besitzen, als Gegenmittel gegen metallische Gifte zu wirken und daß diese alle darin übereinkommen, daß sie mit den Giften unlösliche Verbindungen eingehen, während man keine

einzigste andere Eigenschaft erkennen kann, in der sie übereinkämen. Wir besitzen so zu Gunsten der Theorie die ganze Beweiskraft, die man durch die von uns sogenannte indirecte Differenzmethode oder die Vereinigte Methode der Uebereinstimmung und des Unterschiedes gewinnen kann, eine Beweiskraft, welche zwar niemals jener der Unterschiedsmethode im eigentlichen Sinne gleich, ihr aber in unbeschränktem Maße nahe kommen kann.

§. 2. Es sei unsere Aufgabe\*), das Gesetz dessen, was man Inductionselektricität [im Deutschen gewöhnlicher Vertheilungs- oder Influenz-Elektricität] nennt, festzustellen, zu finden, unter welchen Bedingungen ein elektrisirter Körper, er sei nun positiv oder negativ elektrisch, einen entgegengesetzten elektrischen Zustand in irgendeinem benachbarten Körper hervorufen kann.

Der gewöhnlichste Fall der zu erforschenden Erscheinung ist dieser. Rings um die Conductoren einer Elektrifirmaschine findet man die Atmosphäre in einiger Entfernung oder jede leitende Fläche, die sich in dieser Atmosphäre befindet, in einem elektrischen Zustand, der dem des Conductors selbst entgegengesetzt ist. In der Nähe und rings um den positiven Conductor findet sich negative Elektricität, und in der Nähe und rings um den negativen Conductor findet sich positive Elektricität. Wenn man Hollundermarkstückchen in die Nähe eines der Conductoren bringt, so werden sie elektrisch und zwar mit der entgegengesetzten Elektricität geladen, indem sie entweder einen Antheil von der bereits elektrisirten Atmosphäre durch Leitung erhalten oder durch den unmittelbaren Einfluß des Conductors selbst geladen werden, sie werden dann von dem Conductor, dem sie entgegengesetzt sind, angezogen, oder wenn man sie in ihrem elektrisirten Zustand entfernt, so werden sie von jedem entgegengesetzt geladenen Körper angezogen werden. In derselben Weise empfängt

---

\*) Dieses Beispiel verdanke ich gleich vielen anderen meiner naturwissenschaftlichen Beispiele dem Professor Bain von Aberdeen, der seither in seinen tief sinnigen Werken „Die Sinne und der Geist“ und „Wille und Gemüth“ („The Senses and the Intellect“ und „The Emotions and the Will“) die auf Grund naturwissenschaftlicher Methoden unternommene analytische Erforschung der psychischen Phänomene zu dem höchsten Punkt geführt hat, den diese überhaupt erreicht hat. Sein Name glänzt jetzt in dem Verzeichniß der Gründer eines Baues, zu dem Hartley, Brown und James Mill Jeder sein Theil beigetragen hat.

oder gibt die Hand, wenn man sie nahe genug an den Conductor bringt, eine elektrische Entladung; nun wissen wir nicht, daß ein geladener Conductor sich plötzlich anders als in Folge der Annäherung eines entgegengesetzten elektrischen Körpers entladen kann. Bei der Elektrisirmaschine scheint daher die Anhäufung der Elektricität in einem isolirten Conductor immer von Erregung der entgegengesetzten Elektricität in der umgebenden Atmosphäre und in jedem in die Nähe des ersteren Conductors gebrachten Conductor begleitet zu sein. Es scheint in diesem Falle nicht möglich, eine Elektricität allein hervorzurufen.

Wir wollen jetzt alle anderen uns zugänglichen Fälle untersuchen, die diesem Falle in dem gegebenen Consequenz, nämlich der Entwicklung einer entgegengesetzten Elektricität in der Umgebung eines elektrisirten Körpers gleichen. Als einen bemerkenswerthen Fall besitzen wir die Leydner Flasche, und nach den glänzenden Versuchen Faraday's, welche die wesentliche Identität des Magnetismus und der Elektricität vollständig und endgültig dargethan haben, können wir auch den Magnet, den natürlichen wie den Elektromagnet anführen, bei denen es nicht möglich ist, eine Art der Elektricität für sich hervorzurufen, oder einen Pol zu laden, ohne zugleich einen entgegengesetzten Pol mit der entgegengesetzten Elektricität zu laden. Wir können nicht einen Magnet mit nur einem Pol besitzen; brechen wir einen natürlichen Magnet in tausend Stücke, so wird jedes Stück seine beiden entgegengesetzten elektrischen Pole vollständig in sich selbst haben. Ebenso können wir nicht einen galvanischen Strom ohne den entgegengesetzten hervorbringen. Bei der gewöhnlichen Elektrisirmaschine nehmen der Glaszylinder oder die Glasscheibe und das Reibzeug entgegengesetzte Elektricitäten an.

Aus allen diesen Fällen scheint mittelst der Uebereinstimmungsmethode ein allgemeines Gesetz hervorzugehen. Sie umfassen alle bekannten Arten, in denen ein Körper mit Electricität geladen werden kann, und bei ihnen allen finden wir als einen begleitenden oder nachfolgenden Umstand die Erregung der entgegengesetzten Elektricität in einem oder mehreren anderen Körpern. Es scheint daraus zu folgen, daß die beiden Thatsachen unänderlich verknüpft sind und daß die Erregung der Elektricität in irgend einem Körper die Möglichkeit einer gleichzeitigen Erregung der entgegengesetzten Elektricität in einem benachbarten Körper zu einer ihrer nothwendigen Bedingungen hat.

Und wie die beiden entgegengesetzten Elektricitäten nur zu-

sammen hervorgerufen werden können, so können sie auch nur zusammen aufhören. Dies läßt sich durch eine Anwendung der Unterschiedsmethode auf das Beispiel der Leydner Flasche zeigen. Es braucht hier kaum bemerkt zu werden, daß sich in der Leydner Flasche Electricität in beträchtlicher Menge anhäufen und aufbewahren läßt, indem man zwei leitende Flächen von gleicher Ausdehnung und die durch ihre ganze Ausdehnung einander parallel laufen, besitzt, während eine nichtleitende Substanz, wie Glas, zwischen ihnen liegt. Wenn eine Seite der Flasche positiv geladen wird, so wird die andere negativ geladen, und in Folge dieser Thatsache diene uns die Leydner Flasche soeben als eine Instanz bei unserer Anwendung der Uebereinstimmungsmethode. Nun ist es unmöglich, eine der Belegungen zu entladen, wenn nicht die andere zugleich entladen wird. Ein Conductor, den man zur positiven Seite hinhält, kann nicht Electricität entziehen, wenn man nicht eine gleiche Menge von der negativen Seite abgehen läßt; wenn eine Belegung vollkommen isolirt ist, so ist die Ladung sicher. Die Entleerung der einen muß mit der der anderen gleichen Schritt halten.

Das auf diese Weise schon deutlich ersichtliche Gesetz läßt sich durch die Variationsmethode noch bekräftigen. Die Leydner Flasche kann eine viel höhere Ladung annehmen, als man gewöhnlich dem Conductor einer Elektrisirmaschine ertheilen kann. Nun ist bei der Leydner Flasche die metallische Oberfläche, welche die Influenz-Electricität aufnimmt, ein Conductor von genau gleicher Art, wie jener, der die ursprüngliche Ladung erhält und ist daher ebenso gut befähigt, die eine Electricität aufzunehmen und zu bewahren, als die entgegengesetzte Fläche es in Betreff der anderen ist, aber bei der Maschine ist der benachbarte Körper, der in entgegengesetzter Weise zu elektrisiren ist, die umgebende Atmosphäre, oder irgendein zufällig in die Nähe des Conductors gebrachter Gegenstand, und da diese in der Regel in ihrer Empfänglichkeit für Electricität viel schwächer sind, als der Conductor selbst, so setzt ihre beschränkte Kraft der Ladungs-Fähigkeit des Conductors selbst eine entsprechende Grenze. In dem Maß als die Empfänglichkeit des benachbarten Körpers wächst, wird auch eine höhere Ladung möglich, und darin scheint der Grund der großen Ueberlegenheit der Leydner Flasche zu liegen.

Eine weitere und entscheidende Bekräftigung durch die Unterschiedsmethode findet man in einem von den Versuchen Faraday's,

die er im Laufe seiner Untersuchungen über Inductions-Elektricität anstellte.

Da man die gewöhnliche oder Reibungselektricität und die galvanische Elektricität für den gegenwärtigen Zweck als identisch ansehen kann, so wünschte Faraday zu wissen, ob, sowie der erste Conductor entgegengesetzte Elektricität an einem Conductor in seiner Umgebung entwickelt, so auch ein galvanischer Strom, der längs eines Drahts hinströmt, einen entgegengesetzten Strom an einem benachbarten parallel laufenden Draht hervorrufen würde. Nun entspricht dieser Fall den früher untersuchten Fällen in jedem Umstand bis auf den einen, dem wir die Wirkung zugeschrieben haben. Wir fanden in den früheren Fällen, daß überall, wo Elektricität von einer Art in einem Körper erregt wurde, Elektricität der entgegengesetzten Art in einem benachbarten Körper erregt werden muß. Allein in Faraday's Versuch ist dieser unerläßliche Gegensatz bereits innerhalb des Drahtes selbst vorhanden. Es liegt in der Natur einer galvanischen Ladung, daß die beiden entgegengesetzten Ströme, die wechselseitig für einander nothwendig sind, beide in demselben Drahte enthalten sind, und es bedarf keines weiteren daneben befindlichen Drahtes damit dieser einen der beiden Ströme enthalte, in der Weise wie die Leydner Flasche eine positive und eine negative Fläche besitzen muß. Die erregende Ursache kann die ganze Wirkung hervorrufen, die ihre Gesetze verlangen, und ruft sie hervor, unabhängig von jeder elektrischen Erregung eines benachbarten Körpers. Nun war das Ergebniß des Versuches mit dem zweiten Drahte, daß kein entgegengesetzter Strom entstand. Es gab eine augenblickliche Wirkung beim Schließen und Unterbrechen des galvanischen Stromes, elektrische Inductions-Erscheinungen wurden sichtbar, wenn man die beiden Drähte einander näherte und von einander entfernte, aber dies sind Erscheinungen von einer verschiedenen Art. Es war keine Inductions-Elektricität in dem Sinne vorhanden, in dem man dies von der Leydner Flasche sagt, es war kein dauernder Strom, der längs des einen Drahts hinauslief, während ein entgegengesetzter Strom längs des benachbarten Drahts herablief, und dies allein würde ein wahrer Parallelfall gewesen sein.

So scheint es sich durch die vereinigte Beweiskraft der Uebereinstimmungs-, der Variations- und der strengsten Form der Differenz-Methode zu ergeben, daß keine von den beiden Arten von Elektricität sich ohne eine gleiche Erregung der anderen und

entgegengesetzten Art erregen läßt, daß beide Wirkungen derselben Ursache sind, daß die Möglichkeit der einen eine Bedingung für die Möglichkeit der anderen und die Größe der einen eine unüberschreitbare Grenze für die Größe der anderen ist. Ein wissenschaftliches Ergebnis von beträchtlichem Interesse an sich und das zugleich diese drei Methoden in einer ebenso eigenthümlichen wie leicht verständlichen Weise beleuchtet\*).

§. 3. Unser drittes Beispiel wollen wir der „Rede über das Studium der Naturwissenschaft“ von Sir John Herschel entlehnen, einem Werk, das voll von glücklich gewählten Beispielen der inductiven Verfahrensweisen aus fast jedem Zweige der Naturwissenschaft ist, und in dem allein unter allen Büchern, die ich kenne, die vier Methoden der Induction ausdrücklich anerkannt sind, wenn sie auch nicht so deutlich unterschieden und bestimmt und ihr Verhältniß zu einander nicht so ausführlich dargestellt ist, als mir dies wünschenswerth geschienen hat. Das vorliegende Beispiel nennt Sir John Herschel „eines der schönsten Beispiele einer inductiven experimentalen Forschung von mäßiger Ausdehnung“, das man anführen kann. Es ist die Lehre vom Thau, die der Verstorbene Dr. Wells zuerst aufgestellt hat und die jetzt von wissenschaftlichen Autoritäten allgemein angenommen ist. Die mit Anführungszeichen versehenen Stellen sind ein wörtlicher Auszug aus der „Rede“.

„Man denke sich, der Thau wäre die Erscheinung, deren Ursache wir wissen wollten. Zunächst müssen wir genau bestimmen, was wir unter Thau verstehen, welche die Thatfache ist, deren Ursache wir zu erforschen suchen. Wir müssen Thau von Regen und der Feuchtigkeit der Nebel trennen, und die Anwendung des Ausdrucks auf das beschränken, was man wirklich meint, nämlich

\*) Diese Ansicht vom nothwendigen Zusammenbestehen entgegengesetzter Erregungen enthält eine beträchtliche Erweiterung der ursprünglichen Lehre von zwei Electricitäten. Man nahm ursprünglich an, daß, wenn Bernstein gerieben wird, der Bernstein positiv und der Lappen in demselben Maß negativ wird, aber man dachte nicht daran, daß das Vorhandensein der Bernsteinladung von einer entgegengesetzten Ladung in den Körpern abhängen konnte, denen der Bernstein benachbart war, während das Vorhandensein der negativen Ladung im Lappen in gleicher Weise von einem entgegengesetzten Zustande der Flächen abhängt, denen er zufällig nahe liegt, daß in der That bei einer Erregung von Electricität durch Reibung vier Ladungen das allein mögliche Minimum sind. Allein eben diese doppelte elektrische Wirkung ist in der jetzt allgemein angenommenen Erklärung der Erscheinungen der gewöhnlichen Elektrifirmaschine nothwendig enthalten.

das spontane Auftreten von Feuchtigkeit auf Substanzen, die der freien Luft ausgesetzt sind, während kein Regen und keine sichtbare Feuchtigkeit herabfällt.“ Dies entspricht einer vorläufigen Berrichtung, die im folgenden Buch, sobald wir von den Hilfsverrichtungen der Induction sprechen werden, dargestellt werden soll. \*)

„Nun haben wir hier analoge Erscheinungen in der Feuchtigkeit, die ein kaltes Metall oder einen Stein bethaut, wenn wir auf ihn hauchen, die auf einem Glas frischen Brunnenwassers bei großer Hitze erscheint, die sich auf der Innenseite von Fenstern zeigt, wenn ein plötzlicher Regen oder Hagel die äußere Luft abkühlt, die über unsere Wände herabläuft, wenn nach langem Frost ein warmes Thaumetter eintritt.“ Vergleichen wir diese Fälle, so finden wir, daß sie alle das Phänomen enthalten, das als der Gegenstand der Forschung aufgestellt war. Nun „kommen alle diese Fälle in einem Punkte überein, nämlich in der Kälte des bethauten Gegenstandes im Vergleich mit der Luft, die mit ihm in Berührung ist.“ Aber es ist noch der wichtigste Fall von allen, der des nächtlichen Thaues, übrig; ist in diesem Falle derselbe Umstand vorhanden? „Ist es eine Thatsache, daß der bethaute Gegenstand kälter ist als die Luft? Gewiß nicht, wäre man zunächst geneigt zu sagen, denn was sollte ihn kälter machen? Allein . . . der Versuch ist leicht gemacht, wir haben nur einen Thermometer mit dem bethauten Gegenstande in Berührung zu bringen und einen anderen in geringer Entfernung über diesem außerhalb des Bereichs seines Einflusses aufzuhängen. Der Versuch ist daher gemacht worden, man hat die Frage gestellt und die Antwort ist ohne Ausnahme bejahend ausgefallen. So oft ein Gegenstand mit Thau bedeckt wird, ist er kälter als die Luft.“

Hier haben wir daher eine vollständige Anwendung der Uebereinstimmungsmethode, welche die Thatsache einer ausnahmslosen Verbindung zwischen der Ablagerung von Thau auf einer Fläche und der Kälte dieser Fläche im Vergleich mit der äußeren Luft darthut. Aber welche von beiden Thatsachen ist die Ursache und welche die Wirkung? Oder sind sie beide Wirkungen von etwas Drittem? Darüber kann uns die Uebereinstimmungsmethode keinen Aufschluß geben, wir müssen eine wirksamere Methode zu Hilfe rufen. „Wir müssen mehr Thatsachen sammeln, oder was dasselbe ist, die Umstände verändern, da jeder Fall, in dem die Umstände verschieden sind, eine neue Thatsache ist, und wir müssen

\*) Buch IV, Cap. 2. Von der Abstraction.

insbesondere die entgegengesetzten oder negativen Fälle anmerken, d. h. diejenigen, in denen kein Thau entsteht“, denn ein Vergleich zwischen Fällen von Thau und Fällen von Nicht-Thau ist die nothwendige Bedingung, um die Unterschiedsmethode wirken zu lassen.

„Nun wird zunächst kein Thau auf der Oberfläche polirter Metalle, aber er wird sehr reichlich auf Glas abgelagert, wenn beide mit ihren Flächen noch oben gekehrt sind, und in manchen Fällen wird die untere Seite einer wagerechten Glasscheibe gleichfalls bethaut.“ Hier ist ein Fall, in dem die Wirkung hervor gebracht wird, und ein anderer, in dem sie nicht hervorgebracht wird, aber wir können noch keine Entscheidung fällen, da der Kanon der Unterschiedsmethode verlangt, daß der letztere Fall mit dem erstern in allen Umständen bis auf einen übereinstimme; die Unterschiede zwischen Glas und glatten Metallen sind aber mannigfaltig, und das Einzige, dessen wir schon gewiß sein können, ist dies, daß sich die Ursache des Thaues unter den Umständen finden wird, durch die sich die erstgenannte Substanz von den letztern unterscheidet. Allein wenn wir sicher sein könnten, daß Glas und die verschiedenen anderen Substanzen, auf denen Thau abgelagert wird, nur eine Eigenschaft gemein haben, und daß polirte Metalle und die anderen Substanzen, auf denen Thau nicht abgelagert wird, ebenfalls nichts als den einen Umstand gemein haben, daß sie die eine von den anderen besessene Eigenschaft nicht besitzen, so wären die Forderungen der Unterschiedsmethode vollständig erfüllt und wir würden in dieser Eigenschaft der Substanzen die Ursache des Thaues erkennen. Dies ist daher der Weg, den unsere Untersuchung zunächst einzuschlagen hat.

„In den Fällen von glattem Metall und glattem Glas zeigt der Gegensatz augenscheinlich, daß die Substanz mit der Erscheinung viel zu thun hat; es werde daher die Substanz allein so viel als möglich verändert, indem wir glatte Flächen von verschiedener Art der Luft aussetzen. Geschieht dies, so wird eine Stufenleiter in der Stärke der Erscheinung bemerklich. Jene glatten Substanzen findet man am stärksten bethaut, die am schlechtesten Wärme leiten, während jene, die gute Leiter sind, dem Thau den erfolgreichsten Widerstand leisten.“ Die Entwicklung steigt; hier kommt uns die Variationsmethode zu Hilfe, und keine andere Methode war bei dieser Gelegenheit anwendbar, denn die Eigenschaft des Wärmeleitens ließ sich nicht ausschließen, da alle Substanzen in einem gewissen Grade Wärme leiten. Der Schluß, den wir gewinnen, ist daher der,

daß caeteris paribus die Ablagerung von Thau in einem Verhältniß zu der Fähigkeit des Körpers steht, dem Durchgang der Wärme Widerstand zu leisten und daß mithin dies (oder etwas, was damit zusammenhängt) wenigstens eine von den Ursachen sein muß, welche die Ablagerung von Thau auf der Oberfläche mit erzeugen helfen.

„Allein wenn wir rauhe Flächen statt glatter aussetzen, so finden wir dieses Gesetz mitunter gestört. So wird rauhgemachtes Eisen, insbesondere wenn es bemalt oder geschwärzt ist, früher bethaut, als lackirtes Papier: die Art der Oberfläche hat mithin bedeutenden Einfluß. Man setze daher denselben Stoff in (rück-sichtlich seiner Oberfläche) sehr veränderten Zuständen aus“ (d. h. man wende die Unterschiedsmethode an, um Begleitveränderungen zu ermitteln) „und sogleich wird eine andere Stufenleiter der Intensität bemerkbar; jene Oberflächen, die ihre Wärme am leichtesten durch Strahlung abgeben, setzen am reichlichsten Thau an.“ Hier sind daher die Erfordernisse vorhanden zu einer zweiten Anwendung der Variationsmethode, die auch in diesem Falle die einzige anwendbare Methode ist, da alle Substanzen in größerem oder geringerem Maße Wärme ausstrahlen. Der Schluß, zu dem wir durch diese neue Anwendung der Methode gelangen, ist der, daß caeteris paribus die Ablagerung von Thau auch in irgendeinem Verhältniß zu der Fähigkeit des Körpers steht, Wärme auszustrahlen, und daß die Fähigkeit, dies in reichem Maße zu thun (oder eine Ursache, auf der diese Fähigkeit beruht), eine andere von den Ursachen ist, welche die Ablagerung von Thau auf der Substanz befördern.

„Und wieder: der Einfluß, den wir nun in der Verschiedenheit der Substanz und der Oberfläche erkannt haben, führt uns dazu, den der verschiedenen Textur zu betrachten, und hier zeigt uns der Versuch wieder bemerkenswerthe Verschiedenheiten und eine dritte Stufenleiter der Intensität. Substanzen von dichter, fester Textur, wie Steine, Metalle u. s. w., zeigen sich der Ablagerung von Thau ungünstig, jene von lockerem Gefüge, wie Tuch, Sammt, Schafwolle, Eiderdunen, Baumwolle u. s. w. hingegen dieser äußerst günstig.“ Die Methode der Begleitveränderungen wird hier zum dritten Male benutzt und, wie früher, nothgedrungener Weise, da das Gefüge keiner Substanz absolut dicht oder absolut locker ist. Lockerheit des Gefüges oder etwas, was die Ursache dieser Eigenschaft ist, ist daher ein anderer Umstand, der die Ablagerung von Thau befördert, aber

diese dritte Ursache löst sich in die erste auf, nämlich in die Fähigkeit, dem Durchgang der Wärme Widerstand zu leisten, denn Substanzen von lockerem Gefüge „sind eben die, die sich am besten zur Kleidung oder dazu eignen, den freien Durchgang der Wärme von der Haut zur Luft aufzuhalten, so daß ihre äußeren Oberflächen sehr kalt sein können, während sie von innen warm bleiben“, und dies letztere ist daher eine Induction (aus frischen Fällen), die eine frühere Induction einfach verstärkt.

So zeigt es sich, daß die Fälle, in denen viel Thau abgelagert wird, und die sehr mannichfaltig sind, darin, und so viel wir beobachten können, nur darin übereinkommen, daß sie entweder Wärme rasch ausstrahlen oder sie langsam leiten: Eigenschaften, zwischen denen kein anderer Zusammenhang besteht, als daß der Körper vermöge jeder derselben die Tendenz besitzt, Wärme von der Oberfläche rascher zu verlieren, als sie sich von innen her wieder ersetzt. Die Fälle hingegen, in denen kein Thau oder nur eine geringe Menge gebildet wird, und die ebenfalls außerordentlich mannichfaltig sind, stimmen (so viel wir beobachten können) in nichts anderem überein, als darin, daß sie diese Eigenschaft nicht besitzen. Wir scheinen daher den charakteristischen Unterschied zwischen den Substanzen, an denen kein Thau gebildet wird, und jenen, an denen er gebildet wird, entdeckt zu haben. Und so sind die Erfordernisse der von uns so genannten indirecten Differenzmethode oder Vereinigten Methode der Uebereinstimmung und des Unterschieds erfüllt worden. Die Wirksamkeit dieser indirecten Methode und die Art, in der die Daten für sie durch die Methoden der Uebereinstimmung und der Begleitveränderungen vorbereitet werden, ist das wichtigste, was wir aus dieser anziehenden Untersuchung in Betreff der Methoden der Induction lernen können.

Wir könnten jetzt die Frage, worauf die Ablagerung von Thau beruht, für vollständig gelöst halten, wenn wir ganz sicher sein könnten, daß die Substanzen, auf deren Oberfläche Thau gebildet wird, sich von denen, an denen dies nicht geschieht, in nichts unterscheiden, als in der Eigenschaft, daß sie Wärme von der Oberfläche rascher verlieren, als sich der Verlust von innen her ersetzen läßt. Und obgleich wir niemals diese vollkommene Gewißheit haben können, so ist dies doch nicht von so großer Wichtigkeit, als man zunächst denken könnte, denn wir haben auf alle Fälle das festgestellt, daß auch, wenn es irgend eine andere bisher übersehene Eigenschaft gibt, die bei all

den Substanzen vorhanden ist, die sich mit Thau bedecken, und bei denen, die dies nicht thun, fehlt, diese andere Eigenschaft eine solche sein muß, welche bei dieser großen Zahl von Substanzen genau dort anwesend oder abwesend ist, wo die Eigenschaft Wärme besser auszustrahlen als zu leiten, anwesend oder abwesend ist. Und ein so umfassendes Zusammentreffen bietet eine starke Präsuntion für das Dasein einer gemeinschaftlichen Ursache und das daraus entspringende unabänderliche Zusammenbestehen der beiden Eigenschaften, so daß die Eigenschaft, Wärme besser auszustrahlen als zu leiten, wenn sie nicht selbst die Ursache ist, so doch fast gewiß die Ursache immer begleitet, und man, wenn es eine Vorhersagung gilt, nicht leicht einen Irrthum begehen wird, wenn man sie so behandelt, als wäre sie wirklich jene Ursache.

Indem wir jetzt zu einem früheren Stadium der Untersuchung zurückkehren, müssen wir uns der bereits ermittelten Thatsache erinnern, daß in jedem Falle, wo Thau gebildet wird, die Temperatur der Oberfläche tiefer steht als die der umgebenden Luft, aber wir waren nicht sicher, ob diese Kälte die Ursache des Thaues oder seine Wirkung ist. Diesen Zweifel vermögen wir jetzt zu lösen. Wir fanden, daß die Substanz in jedem solchen Falle eine solche ist, die, wenn sie zur Nachtzeit der Luft ausgesetzt wird, vermöge ihrer eigenen Eigenschaften oder Gesetze kälter wird als die umgebende Luft. Da daher das Entstehen der Kälte unabhängig vom Thau erklärt ist, während es bewiesen ist, daß zwischen beiden ein Zusammenhang obwaltet, so muß es der Thau sein, der auf der Kälte beruht, oder mit anderen Worten, die Kälte ist die Ursache des Thaues.

Dieses ursächliche Gesetz, das bereits mehr als zur Genüge dargethan ist, läßt sich jedoch auf nicht weniger als drei Arten noch weiter bekräftigen. Zunächst durch Herleitung aus den bekannten Gesetzen des Wasserdunstes, wenn dieser durch die Luft oder irgendein anderes Gas verbreitet ist, und obgleich wir noch nicht zur deductiven Methode gekommen sind, so wollen wir doch nichts bei Seite lassen, was noch nöthig ist, um diese Untersuchung zu vervollständigen. Man weiß durch directen Versuch, daß nur eine beschränkte Wassermenge bei jedem Temperaturgrad im dunstförmigen Zustande suspendirt bleiben kann und daß dieses Maximum in dem Maße, als die Temperatur sinkt, immer geringer wird. Daraus folgt auf deductivem Wege, daß, wenn bereits so viel Dunst vorhanden ist, als die

Luft bei ihrer gegenwärtigen Temperatur enthalten kann, jedes weitere Sinken der Temperatur einen Theil des Dunstes verdichten und in Wasser verwandeln wird. Allein wir wissen ebenfalls durch Deduction aus den Gesetzen der Wärme, daß die Berührung der Luft mit einem Körper, der kälter als sie ist, die Temperatur der Luftschicht, welche die Körperoberfläche unmittelbar berührt, nothwendig herabsetzen und daher bewirken wird, daß sie einen Theil ihres Wassers abgibt, und dieser wird sich nach den gewöhnlichen Gesetzen der Schwerkraft und der Adhäsion an die Oberfläche des Körpers heften und so zu Thau werden. Dieser deductive Beweis hat, wie man sieht, den Vortheil, daß er zugleich den ursächlichen Zusammenhang und eine Coexistenz beweist, und er hat noch den weiteren Vortheil, daß er auch die Ausnahmen im Eintreten dieser Erscheinung erklärt, die Fälle nämlich, in denen, obgleich der Körper kälter als die Luft ist, doch keine Ablagerung von Thau erfolgt; er zeigt nämlich, daß dies nothwendig dann der Fall sein wird, wenn die Luft eine im Verhältniß zu der Temperatur so geringe Menge von Wasserdunst enthält, daß sie, auch wenn sie durch die Berührung mit einem kälteren Körper etwas abgekühlt ist, doch noch allen den Dunst, der früher in ihr suspendirt war, auch ferner im Zustand der Suspension erhalten kann: so gibt es in sehr trockenen Sommern keinen Thau, in sehr trockenen Wintern keinen Reif. Hier finden wir daher noch eine weitere Bedingung für die Entstehung von Thau, welche die früher gebrauchten Methoden nicht zu Tage brachten, und die noch unentdeckt geblieben wäre, wenn wir nicht darauf verfallen wären, die Wirkung aus den bekannten Eigenschaften der dabei wirkenden Kräfte herzuleiten.

Die zweite Befräftigung dieser Lehre wird durch unmittelbaren Versuch nach dem Canon der Differenzmethode gewonnen. Wir können, indem wir die Oberfläche eines Körpers abfühlen, in allen Fällen irgendeine (je nach dem Dunstgehalt der Luft mehr oder weniger bedeutend unter der Lufttemperatur stehende) Temperatur finden, bei der eine Ablagerung von Thau erfolgen wird. Hier wird daher der ursächliche Zusammenhang ebenfalls unmittelbar erwiesen. Wir können dies allerdings nur in einem geringen Maßstabe ausführen, aber wir haben ausreichende Gründe zu glauben, daß dasselbe Verfahren im großen Laboratorium der Natur ausgeführt ebenfalls die Wirkung hervorbringen würde.

Und endlich vermögen wir das Ergebniß sogar in diesem großen Maßstabe zu bewahrheiten. Es ist einer von jenen, wie wir zeigten, so seltenen Fällen, in denen die Natur für uns in derselben Weise experimentirt, in der wir selbst Versuche anstellen, wo sie nämlich in den früheren Zustand der Dinge einen einzigen und völlig genau bestimmten Umstand einführt und die Wirkung so rasch kund gibt, daß keine Zeit zu irgend-einer anderen wesentlichen Veränderung in den vorherbestehenden Umständen vorhanden ist. „Man kann beobachten, daß Thau niemals reichlich in einer Vertlichkeit abgelagert wird, die gegen den freien Himmel stark geschützt ist und durchaus nicht in einer unwölkten Nacht, aber wenn die Wolken sich auch nur für einige Minuten theilen und eine lichte Oeffnung lassen, so beginnt sofort eine Ablagerung von Thau und nimmt stetig zu. . . . Thau, der sich in lichten Zwischenräumen gebildet hat, wird oft sogar wieder verdunsten, wenn sich der Himmel dicht mit Wolken bedeckt.“ Es ist daher vollständig bewiesen, daß die Anwesenheit oder Abwesenheit einer ununterbrochenen Verbindung mit dem Himmel die Ablagerung oder Nichtablagerung von Thau verursacht. Nun bedeutet ein freier Himmel nichts anderes als die Abwesenheit von Wolken, und Wolken besitzen gleich allen anderen Körpern, die von einem gegebenen Gegenstande nur durch eine elastische Flüssigkeit getrennt sind, bekanntermaßen die Tendenz, die Temperatur an der Oberfläche des Gegenstandes zu erhöhen oder in ihrer Höhe zu erhalten, indem sie Wärme zustrahlen, woraus folgt, daß das Verschwinden der Wolken die Oberfläche erkalten machen wird. So bewirkt denn die Natur in diesem Falle durch bestimmte und bekannte Mittel eine Veränderung in dem Antecedens, und das Consequens tritt demgemäß ein: ein natürlicher Versuch, der die Erfordernisse der Differenzmethode erfüllt\*).

\*) Ich muß jedoch bemerken, daß dieses Beispiel, das unserer Behauptung von der vergleichsweisen Unanwendbarkeit der Unterschiedsmethode auf Gegenstände der reinen Beobachtung zu widersprechen scheint, wirklich eine von den Ausnahmen ist, die nach einer sprüchwörtlichen Redensart die Regel beweisen. Denn in diesem Falle, in dem die Natur in ihrem Experiment die Versuche des Menschen nachgeahmt zu haben scheint, ist es ihr bloß gelungen, das Ebenbild der unvollkommensten menschlichen Versuche zu erzeugen, jener nämlich, bei denen wir zwar das Phänomen hervorbringen, aber nur durch Anwendung zusammengesetzter Mittel, die wir nicht vollständig zu zergliedern vermögen, und wo wir mithin

Der bis zum Ueberfluß verstärkte Beweis, den die Lehre vom Thau zuließ, ist ein schlagendes Beispiel von der Fülle der Gewißheit, die der inductive Erweis ursächlicher Gesetze auch in Fällen gewinnen kann, in denen die unabänderliche Folge für eine oberflächliche Betrachtung keineswegs offen zu Tage liegt.

§. 4. Die bewunderungswerthen physiologischen Untersuchungen des Dr. Brown-Séguard liefern glänzende Beispiele von der Anwendung der inductiven Methoden auf ein Forschungsgebiet, welches aus Gründen, die wir alsbald kennen lernen werden, der directen Induction besondere Schwierigkeiten und Hemmnisse bereitet. Als eines der angemessensten Beispiele wähle ich seine (in den Verhandlungen der königlichen Gesellschaft vom März 1861 mitgetheilte) Versuchsreihe über die Beziehungen, welche zwischen Muskelreizbarkeit, Todtenstarre und Verwesung bestehen.

Das Gesetz, welches aus den Untersuchungen dieses Forschers hervorzugehen scheint, ist das folgende: „Je höher der Grad der Muskelreizbarkeit zur Zeit des Todes ist, um so später tritt die Todtenstarre ein und um so länger dauert sie; um so später erscheint auch die Verwesung und um so langsamer sind ihre Fortschritte.“ Man möchte auf den ersten Blick sagen, daß es die Methode der Begleitveränderungen ist, die hier erfordert wird. Allein dies ist nur ein täuschender Schein, der aus dem Umstand entspringt, daß die zu prüfende Thatsache selbst ein Fall von Begleitveränderung ist. Zur Feststellung der Thatsache kann an sich jede der Methoden verwendet werden und man wird finden, daß die vierte bei dieser Untersuchung zwar wirklich zur Anwendung kommt, aber nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Die Thatsachen, durch welche Dr. Brown-Séguard jenes Gesetz feststellt, lassen sich wie folgt aufzählen:

nicht sicher wissen können, welcher Theil der Wirkung nicht der vorausgesetzten Ursache, sondern irgendeinem unbekannten Einfluß der Mittel zukommen mag, durch welche die Ursache erzeugt wurde. In dem natürlichen Versuche, von dem wir sprechen, war das gebrauchte Mittel die Entfernung einer Wolkendecke, und wir wissen sicherlich nicht genau genug, worin dies besteht, und wovon es abhängt, um von vornherein sicher sein zu können, daß es nicht auf die Ablagerung von Thau, unabhängig von jeder Wärme-Wirkung an der Erdoberfläche, einwirken könnte. Auch in einem Falle, der für die experimentellen Talente der Natur so günstig scheint wie dieser, besteht der Werth ihres Versuches vornehmlich darin, daß er ein bereits durch andere Mittel gewonnenes Ergebniß bestätigt.

1. Gelähmte Muskeln besitzen größere Reizbarkeit als gesunde. Nun tritt bei gelähmten Muskeln die Todtenstarre später ein als bei gesunden, die Starre dauert länger, der Verwesungsproceß beginnt später und geht langsamer von Statten.

Diese beiden Sätze waren auf dem Wege des Versuches zu beweisen und auch diese Versuche verdankt die Wissenschaft dem Dr. Brown-Séguard. Den ersteren derselben, den Satz, daß gelähmte Muskeln einen höheren Grad von Reizbarkeit als gesunde Muskeln besitzen, stellte er auf verschiedene Weise fest, am entscheidendsten dadurch, daß er „die Dauer der Reizbarkeit in einem gelähmten und in dem entsprechenden gesunden Muskel der anderen Körperhälfte“ verglich, „während die beiden derselben Reizung unterworfen wurden.“ Er „fand oft bei einem derartigen Versuche, daß der gelähmte Muskel zwei, drei oder selbst viermal so lang als der gesunde reizbar blieb.“ Dies ist ein Fall von Induction mittelst der Differenzmethode. Da die beiden Gliedmaßen denselben Thieren angehörten, so nahm man an, daß sie in keinem für die vorliegende Frage in Betracht kommenden Umstand von einander verschieden waren, außer in Betreff der Lähmung, und man schrieb daher der Anwesenheit und Abwesenheit der letzteren die Verschiedenheit in der Reizbarkeit der Muskel zu. Diese Annahme war natürlich in keinem einzigen Fall eine unbedingt sichere, denn die zwei Glieder irgend-eines bestimmten Thieres konnten sich ja zufälliger Weise in einem sehr verschiedenen pathologischen Zustand befinden. Allein wenn man sich nicht nur Mühe gab, jede solche Verschiedenheit zu vermeiden, sondern auch das Experiment oft genug an verschiedenen Thieren wiederholte, um die Möglichkeit auszuschließen, daß ein abnormer Zustand in allen Fällen anwesend sein konnte, so waren die Bedingungen der Differenzmethode hinreichend erfüllt.

In derselben Weise, in der Dr. Brown-Séguard bewies, daß gelähmte Muskeln größere Reizbarkeit besitzen, bewies er auch den entsprechenden Satz in Betreff der Leichenstarre und der Verwesung. Nachdem er durch Durchschneidung der Wurzeln des Hüftnervs und andererseits einer seitlichen Hälfte des Rückenmarks in einem Hinterfuß eines Thieres Lähmung hervorgebracht hatte, während der andere Hinterfuß gesund blieb, fand er, daß nicht nur die Muskelreizbarkeit in dem gelähmten Fuß viel länger dauerte, sondern daß die Todtenstarre später eintrat und später endete, und daß die Verwesung später begann und weniger rasch verlief als auf der gesunden Seite. Dies ist

ein gewöhnlicher Fall von Differenzmethode, der keiner Erläuterung bedarf. Eine weitere und hochwichtige Bestätigung wurde durch dieselbe Methode gewonnen. Wenn das Thier nicht kurz nach jener Durchschneidung des Nerven, sondern einen Monat später getödtet wurde, so war die Wirkung eine umgekehrte: die Todtenstarre trat früher ein und dauerte kürzer als bei den gesunden Muskeln. Allein nach dem Verlauf dieses Zeitraums hatten die gelähmten Muskeln, da sie durch die Lähmung in einem Zustand der Ruhe erhalten waren, einen großen Theil ihrer Reizbarkeit verloren und waren nicht mehr, sondern weniger reizbar geworden als jene auf der gesunden Seite. Dies gibt die A B C, a b c und B C, b c der Differenzmethode. Da ein Antecedens, die erhöhte Reizbarkeit, verändert wurde, und die anderen Umstände dieselben blieben, erfolgte das Consequens nicht; und überdies, wenn ein neues, dem ersten entgegengesetztes, Antecedens geboten wurde, erfolgte ein entgegengesetztes Consequens. Diese Instanz wird dadurch besonders werthvoll, daß sie beweist, wie das spätere Eintreten und die längere Dauer der Todtenstarre nicht unmittelbar von der Lähmung — denn diese war in beiden Fällen dieselbe — sondern speciell von einer Wirkung der Lähmung, nämlich der erhöhten Reizbarkeit abhängen, denn sie hörten auf, wenn diese aufhörte und verwandelten sich in ihr Gegentheil, wenn diese sich in ihr Gegentheil verkehrte.

2. Die Verminderung der Temperatur der Muskeln vor dem Tode erhöht ihre Reizbarkeit. Allein die Verminderung ihrer Temperatur verlangsamt auch das Eintreten der Todtenstarre und des Verwesungsprocesses.

Diese beiden Wahrheiten wurden zuerst durch Dr. Brown-Séquard selbst und zwar durch Versuche festgestellt, welche die Bedingungen der Differenzmethode erfüllen. Es liegt in der Natur dieses Verfahrens nichts, was eine besondere Analyse erheischte.

3. Muskelbewegung, die bis zur Erschöpfung getrieben wird, vermindert die Muskelreizbarkeit. Dies ist eine wohlbekannte Wahrheit, die auf den allgemeinsten Gesetzen der Muskelthätigkeit beruht und durch fortwährend wiederholte, der Differenzmethode entsprechende Versuche bewiesen wird. Nun hat die Beobachtung gelehrt, daß übermüdetes Zugvieh, wenn es getödtet wurde ehe es sich von der Ermüdung erholen konnte, in überraschend kurzer Zeit starr wurde und in Verwesung überging. Ein Gleiches wurde bei Thieren beobachtet, die zu Tode gehegt waren, bei Hähnen, welche während oder kurz nach einem Kampfe

getödtet wurden und auch bei Soldaten, die auf dem Schlachtfeld fielen. Diese verschiedenen Fälle stimmen in keinem den Zustand der Muskeln direct berührenden Umstand überein, ausgenommen darin, daß diese unmittelbar vor dem Tode eine aufreibende Arbeit geleistet haben. Nach dem Canon der Uebereinstimmungsmethode darf man daher schließen, daß zwischen den beiden Thatfachen ein Zusammenhang besteht. Allerdings ist diese Methode, wie wir gesehen haben, nicht im Stande, ein ursächliches Verhältniß zu erweisen. Allein von dem gegenwärtigen Fall wissen wir bereits, daß in ihm ein ursächliches Verhältniß vorliegt, denn es ist gewiß, daß der Zustand des Körpers unmittelbar nach dem Tode irgendwie von seinem Zustand zur Zeit des Todes abhängig ist. Wir sind daher zu dem Schlusse berechtigt, daß der einzige Umstand, welcher allen Instanzen gemein ist, der Theil des Antecedens ist, in welchem wir die Ursache dieses bestimmten Consequens zu suchen haben.

4. In dem Maße als der Ernährungszustand der Muskeln ein guter ist, ist ihre Reizbarkeit eine hohe. Auch die Begründung dieser Thatfache liegt in physiologischen Gesetzen, welche durch vielfache alltägliche Anwendungen der Differenzmethode erhärtet sind. Nun währt die Reizbarkeit der Muskeln bei Jenen, die durch einen Unfall oder eines gewaltsamen Todes (und mit wohlernährten Muskeln) sterben, geraume Zeit nach dem Tode fort, die Starre tritt spät ein und dauert lange, ehe der Uebergang zur Verwesung erfolgt. In Krankheitsfällen hingegen, in denen die Ernährung lange vor dem Tode herabgesetzt ward, findet von alle dem das Gegentheil statt. Hier haben wir die Bedingungen der Vereinigten Uebereinstimmungsmethode und Differenzmethode vor uns. Die hier in Frage kommenden Fälle von verzögerter und lange währender Todtenstarre stimmen nur darin überein, daß ihnen ein hoher Ernährungszustand der Muskeln vorangeht; die Fälle rasch eintretender und kurz dauernder Starre stimmen nur darin überein, daß ihnen ein niedriger Ernährungszustand der Muskeln vorangeht; ein Zusammenhang ist mithin auf inductivem Wege erwiesen zwischen dem Grade der Ernährung und dem Zeitpunkt des Auftretens, sowie der Dauer der Todtenstarre.

5. Krämpfe verringern gleich erschöpfender Muskelarbeit, aber in noch höherem Grade die Reizbarkeit der Muskeln. Und in der That, wenn der Tod nach heftigen und andauernden Krämpfen erfolgt, wie beim Starrkrampf, bei der Hundswuth, in einigen Fällen von Cholera und bei gewissen Giften, — so tritt die

Todtenstarre sehr rasch ein und macht nach sehr kurzer Dauer der Verwesung Platz. Dies ist ein anderes Beispiel der Ueber-einstimmungsmethode, von derselben Art wie Nr. 3.

6. Die Reihe von Instanzen, die wir zuletzt vornehmen wollen, besitzt einen höheren Grad von Verwicklung und erfordert daher eine eingehendere Zergliederung. Man hat längst beobachtet, daß bei Solchen, die vom Blitz getödtet wurden, die Todtenstarre mitunter entweder gar nicht eintritt oder von so außerordentlich kurzer Dauer ist, daß sie der Beachtung entgeht, und daß die Verwesung in diesen Fällen sehr rasch vor sich geht. In anderen Fällen jedoch erscheint die gewöhnliche Todtenstarre. Es muß in der Ursache eine Verschiedenheit geben, welche diese Verschiedenheit in der Wirkung erklärt. Nun kann die unmittelbare Todesursache eine sehr verschiedene sein, „erstens Herzlähmung in Folge des jähen Schrecks oder durch eine directe oder Reflexerwirkung des Blitzstrahls auf den Vagus; zweitens ein Bluterguß im Gehirn oder dessen Umgebung, oder in den Lungen, im Herzbeutel u. s. w.; drittens eine Erschütterung oder eine sonstige Veränderung des Gehirns.“ Keiner dieser Vorgänge erscheint geeignet die vollständige oder nahezu vollständige Unterdrückung der Todtenstarre zu erklären. Allein der Tod kann auch dadurch verursacht sein, daß der Blitzstrahl „einen heftigen Krampf aller Muskeln des Körpers“ erzeugt, und von einem solchen weiß man, daß er nur einen gewissen Intensitätsgrad zu erreichen braucht, um „die Muskeln fast sofort ihrer Reizbarkeit zu berauben.“ Wenn Dr. Brown-Séguard's Verallgemeinerung ein wahres Gesetz ist, so werden dies eben die Fälle sein, in denen die Starre von so kurzer Dauer ist, daß sie der Beachtung entgeht; die Fälle hingegen, in denen die Starre in gewöhnlicher Weise eintritt, werden diejenigen sein, in denen der Blitzstrahl eine der anderen vorher namhaft gemachten Wirkungen ausübt. Wie läßt sich dies nun entscheiden? Durch Versuche — nicht mit dem Blitz, über den man keine Gewalt besitzt, sondern mit demselben natürlichen Agens in einer handlichen Form, also in der des künstlichen Galvanismus. Dr. Brown-Séguard galvanisirte ganze Thierleiber unmittelbar nach dem Tode. Der Galvanismus kann nur eine einzige von den Wirkungen ausüben, die wir dem Blitzstrahl zuschreiben, er kann nur Muskelkrämpfe erzeugen. Finden wir also, daß bei einem derart galvanisirten Leichnam die Dauer der Starre sehr verkürzt und der Verwesungsproceß sehr beschleunigt wird, so

ist es vernunftgemäß die gleichartige Wirkung, wenn der Blitz sie hervorbringt, der Eigenschaft zuzuschreiben, welche der Galvanismus mit dem Blitze theilt, und nicht denjenigen, die er nicht mit ihm theilt. Nun hat dies Dr. Brown-Séguard in der That gefunden. Das Experiment wurde mit elektrischen Ladungen von sehr verschiedener Stärke versucht, und je mächtiger die Ladung war, um so kürzer dauerte die Starre, um so früher begann und um so rascher verlief der Verwesungsproceß. Bei dem Versuch, bei welchem die Ladung die stärkste war und die Muskelreizbarkeit am schnellsten zerstört ward, dauerte die Starre nur fünfzehn Minuten. — Nach dem Grundsatz der Variationsmethode darf man mithin schließen, daß die Dauer der Starre von dem Grade der Reizung abhängt, und darf sagen: hätte die Ladung die stärkste Ladung des Versuchs um so viel an Stärke übertroffen, als ein Blitzschlag den stärksten elektrischen Schlag, den wir künstlich hervorbringen können, übertreffen muß, so wäre die Starre in entsprechendem Verhältniß verkürzt worden und hätte auch ganz und gar verschwinden können. So erweist sich denn die Instanz eines natürlichen oder künstlichen elektrischen Schlages als ein neuer und weiterer Beleg für die Wahrheit jener These.

Alle diese Instanzen werden in der folgenden Darlegung zusammengefaßt: „Wenn der Grad der Muskelreizbarkeit zur Zeit des Todes ein beträchtlicher ist, entweder in Folge eines guten Ernährungszustandes, wie bei Personen, die im Besitz ihrer vollen Gesundheit die Opfer eines Unfalls werden, oder weil die Muskeln gut ausgeruht sind, wie bei Lähmungen oder in Folge der Einwirkung von Kälte, — in allen diesen Fällen tritt die Todtenstarre spät ein und währt lange, und die Verwesung beginnt spät und schreitet langsam vor.“ Wenn hingegen „der Grad der Muskelreizbarkeit zur Zeit des Todes ein geringer ist, entweder in Folge eines schlechten Ernährungszustandes, oder durch Uebermüdung und Erschöpfung, oder in Folge von Krämpfen, die durch Krankheit oder Vergiftung erzeugt sind, — dann erscheint und verschwindet die Todtenstarre bald, und der Eintritt wie der Verlauf der Verwesung ist ein rascher.“ Diese Thatsachen weisen die Bedingungen der Vereinigten Uebereinstimmungs- und Differenzmethode in ihrer ganzen Vollständigkeit auf. Früh eintretende und kurz dauernde Todtenstarre findet in Fällen statt, die nur in dem einen Umstand übereinstimmen, daß der Grad der Muskelreizbarkeit ein niedriger ist;

die Starre beginnt spät und währt lange in Fällen, die nur in dem entgegengesetzten Umstand übereinstimmen, daß die Muskelreizbarkeit eine hohe und ungewöhnlich lang andauernde ist. Daraus folgt, daß zwischen dem Grade der Muskelreizbarkeit nach dem Tode und dem Zeitpunkt des Eintretens wie der Dauer der Todtenstarre ein ursächlicher Zusammenhang besteht. Diese Untersuchung stellt den Werth und die Wirksamkeit der Vereinigten Methode in ein helles Licht. Denn, wie wir sahen, besteht der Mangel dieser Methode darin, daß sie, gleich der Uebereinstimmungsmethode, von der sie nur eine verbesserte Form ist, nicht das Vorhandensein eines ursächlichen Verhältnisses beweisen kann. Allein in dem vorliegenden Falle ist (gleichwie in einer der Vorstufen dieser Beweisführung) das Dasein des ursächlichen Verhältnisses schon bewiesen. Denn es konnte niemals ein Zweifel darüber bestehen, daß die Starre überhaupt, und die ihr folgende Verwesung, durch die Thatsache des erfolgten Todes verursacht sind; die Beobachtungen und Versuche, auf denen dies beruht, sind zu alltäglicher Art, um einer Zergliederung zu bedürfen und fallen unter die Kategorie der Differenzmethode. Da es mithin außer Zweifel steht, daß das Gesamt-Antecedens, der Tod, die factische Ursache der ganzen Reihe von Folgen ist, so müssen jene den Tod begleitenden Umstände, die in allen ihren Variationen von Variationen der Wirkung gefolgt werden, die besondere Eigenthümlichkeit der Thatsache des Todes sein, von der diese Wirkung abhängt. Der Grad der Muskelreizbarkeit zur Zeit des Todes erfüllt nun diese Bedingung. Fraglich könnte es nur noch scheinen, ob die Wirkung von der Reizbarkeit selbst oder von irgendetwas abhängt, das sich immer im Gefolge der Reizbarkeit befindet. Allein auch dieses Bedenken wird durch die Feststellung der Thatsache beschwichtigt, daß die Wirkung gleichmäßig erfolgt, gleichviel durch welche Ursache der hohe oder niedrige Grad der Reizbarkeit hervorgebracht werde. Die Wirkung kann daher nicht von den Ursachen der Reizbarkeit noch auch von den anderweitigen Wirkungen jener Ursachen abhängen, die so mannigfach sind wie die Ursachen selbst, sondern lediglich von der Reizbarkeit selbst\*).

\*) [Sachkundige machen mich darauf aufmerksam, daß Brücke längst „die Ursache der Todtenstarre“ (Müllers Archiv f. Physiol. u. f. w., 1842, 178—188) ergründet hat, so daß Brown-Séguard's Ergebnisse, in soweit sie richtig sind, sich als Corollare jener tiefer eindringenden Untersuchung herausstellen.]

§. 5. Die letzten zwei Beispiele werden Jedem, der ihnen aufmerksam gefolgt ist, eine so klare Vorstellung von dem Nutzen und der praktischen Anwendung dreier von den vier Methoden der experimentalen Forschung gegeben haben, daß wir der Nothwendigkeit überhoben sind, irgendweitere Beispiele anzuführen. Da die noch übrige Methode, die der Reste, weder in dieser, noch in den beiden vorangehenden Untersuchungen eine Stelle gefunden hat, so werde ich aus Sir John Herschel einige Beispiele dieser Methode anführen, nebst den Bemerkungen, die er ihnen voranschickt.

„Dieses Verfahren ist es in der That, durch das die Wissenschaft in ihrem gegenwärtigen vorgeschrittenen Zustande hauptsächlich gefördert wird. Die meisten von den Erscheinungen, die uns die Natur darbietet, sind sehr verwickelter Art, und wenn die Wirkungen aller bekannten Ursachen genau abgeschätzt und abgezogen worden sind, so erscheinen beständig Reste in der Gestalt völlig neuer Erscheinungen, die zu den bedeutungsvollsten Aufschlüssen führen.

„3. B. die oft wiederholte Wiederkehr des von Professor Encke berechneten Kometen, und die im Allgemeinen gute Uebereinstimmung seiner berechneten mit seinen beobachteten Orten während der jedesmaligen Zeit seiner Sichtbarkeit würde uns zu dem Schlusse führen, daß seine Gravitation zur Sonne und zu den Planeten die einzige und ausreichende Ursache aller Erscheinungen seiner Bewegung ist; aber wenn die Wirkung dieser Ursache genau berechnet und von der beobachteten Bewegung abgezogen wird, so findet man, daß eine Resterscheinung zurückbleibt, die man auf keine andere Weise erkannt hätte, und die in einem geringen Voraneilen der Zeit seines Wiederauftretens oder einer Verkürzung seiner periodischen Zeit besteht, die man nicht durch Gravitation erklären kann und deren Ursache daher zu erforschen ist. Ein solches Voraneilen könnte durch den Widerstand eines Mediums verursacht sein, das über die Himmelsregionen verbreitet wäre, und da wir andere gute Gründe haben, dies für eine *vera causa*“ (ein wirklich vorhandenes Antecedens) „zu halten, so hat man es daher einem solchen Widerstande zugeschrieben\*).

---

\*) In seinem späteren Werke „*Outlines of Astronomy*“ (§. 570) bespricht Sir John Herschel eine andere mögliche Erklärung des Phänomens.

„Herr Arago bemerkte, da er eine Magnetnadel an einem Seidenfaden befestigt und in Bewegung gesetzt hatte, daß sie viel früher in den Zustand der Ruhe zurückkehrte, wenn sie über einer Kupferplatte aufgehängt war, als wenn sich keine solche Platte darunter befand. Nun gab es in beiden Fällen zwei *verae causae*“ (Antecedenzen, deren Existenz feststand), „warum sie endlich zur Ruhe kommen sollte, nämlich der Widerstand der Luft, der alle darin vorgehenden Bewegungen hemmt und zuletzt zerstört, und der Mangel völliger Beweglichkeit in dem Seidenfaden. Aber da die Wirkung dieser Ursachen durch Beobachtung in Abwesenheit des Kupfers genau bekannt war, und also veranschlagt und abgezogen wurde, so zeigte sich eine Resterscheinung in der Thatfache, daß das Kupfer selbst einen verlangsamenenden Einfluß ausübte, und diese Thatfache führte, sobald sie einmal festgestellt war, rasch zu der Kenntniß einer völlig neuen und ungeahnten Classe von Beziehungen.“ Dieses Beispiel gehört jedoch nicht der Methode der Reste, sondern der des Unterschiedes an, da das Gesetz durch eine directe Vergleichung der Ergebnisse zweier Versuche festgestellt wurde, die in nichts als in der Ab- oder Anwesenheit der Kupferplatte von einander abweichen. Damit es ein Beispiel der Methode der Reste wäre, müßte die Wirkung des Luftwiderstandes und die der Starrheit der Seide aus den Gesetzen, die durch frühere und gesonderte Versuche gewonnen wurden, *a priori* berechnet worden sein.

„Unerwartete und besonders schlagende Bestätigungen inductiver Gesetze begegnen uns oft in der Gestalt von Resterscheinungen bei Untersuchungen von ganz anderer Art als jene, welche die Inductionen selbst veranlaßten. Ein sehr artiges Beispiel findet man in der unerwarteten Bestätigung des Gesetzes von der durch Compression erfolgenden Wärmeentwicklung in elastischen Flüssigkeiten, welche die Erscheinungen des Schalles gewähren. Die Untersuchung der Ursache des Schalles hatte zu Ergebnissen in Betreff der Art seiner Fortpflanzung geführt, aus denen man die Geschwindigkeit seiner Bewegung in der Luft mit Genauigkeit berechnen konnte. Die Berechnungen wurden angestellt, und wenn man sie mit dem thatsächlichen Ergebniß verglich, so fand man, obgleich die Uebereinstimmung ganz hinreichend war, um die Richtigkeit der Ursache und Art der Fortpflanzung im allgemeinen darzuthun, daß sich doch nicht die ganze Geschwindigkeit aus dieser Theorie erklären ließ. Es blieb noch ein Rest von Geschwindigkeit zu erklären, der die Dynamiker lange Zeit

hindurch in große Verlegenheit setzte. Endlich verfiel Laplace auf den glücklichen Gedanken, dies könnte eine Folge der Wärme sein, die bei der Verdichtung, welche nothwendig bei jeder Schall-schwingung stattfindet, entwickelt wird. Die Sache wurde einer genauen Berechnung unterzogen und es ergab sich gleichzeitig die vollständige Erklärung der Resterscheinung und eine schlagende Bestätigung des allgemeinen Gesetzes von der durch Compression erfolgenden Wärmeentwicklung unter Umständen, die sich aller künstlichen Nachahmung entzogen.

„Viele von den neuen Elementen der Chemie wurden bei der Erforschung von Resterscheinungen entdeckt. So entdeckte Arfwedson das Lithium, indem er einen Gewichtsüberschuß wahrnahm bei der schwefelsauren Verbindung, welche ein kleiner Theil der von ihm aus einem Mineral gewonnenen vermeintlichen Magnesia eingegangen hatte. Nach diesem Grundsatz kann man auch fast sicher sein, daß die kleinen concentrirten Rückstände großer Operationen in Fabriken die Verstecke neuer chemischer Bestandtheile sind, wie Jod, Brom, Selen und die neuen Metalle bezeugen, die in den Versuchen von Wollaston und Tennant Platina begleiteten. Es war ein glücklicher Gedanke Glaubers, das zu untersuchen, was jeder Andere wegwarf\*).

„Fast alle die größten Entdeckungen in der Astronomie,“ sagt derselbe Schriftsteller\*\*), „gingen aus der Veranschlagung von Resterscheinungen quantitativer oder numerischer Art hervor . . . . . So geschah es, daß die hochwichtige Thatsache der Präcession der Aequinoctien sich als eine Resterscheinung aus der unvollständigen Erklärung der Wiederkehr der Jahreszeiten durch die Wiederkehr der Sonne an denselben scheinbaren Ort unter den Fixsternen ergab. So ergaben sich auch die Aberration und Nutation als Resterscheinungen aus dem Theil der anscheinenden Ortsveränderung der Fixsterne, der nicht durch die Präcession erklärt war. Und desgleichen sind die scheinbaren Eigenbewegungen der Sterne die Reste ihrer scheinbaren Bewegungen, welche übrig bleiben und nicht ihre Erklärung finden durch die genaue Berechnung der Wirkungen der Präcession, Nutation und Aberration. Die höchste Vollkommenheit, welche menschlichen

\*) Discourse S. 156—8 und S. 171.

\*\*) Outlines of Astronomy §. 856.

Theorien erreichbar ist, besteht darin, daß man diesen Rest, dieses caput mortuum der Beobachtung, wie man es nennen kann, so viel als möglich herabsetzt und womöglich auf nichts zurückführt, indem man entweder zeigt, daß in unserer Schätzung bekannter Ursachen etwas vernachlässigt wurde, oder indem man den Rest als eine neue Thatsache betrachtet, und nach dem Grundsatz der inductiven Forschung von der Wirkung zu ihrer Ursache oder ihren Ursachen hinansteigt."

Die störenden Wirkungen, welche die Erde und die Planeten gegenseitig auf ihre Bewegungen ausüben, kamen zuerst als Resterscheinungen durch den Unterschied zu Tage, der sich zwischen den beobachteten Orten dieser Himmelskörper und den Orten herausstellte, die sich durch die Veranschlagung ihrer bloßen Gravitation zur Sonne ergaben. Dies war es, was die Astronomen dazu brachte, das Gesetz der Gravitation als zwischen allen Körpern überhaupt und darum auch zwischen allen Theilchen der Materie obwaltend anzusehen, während sie zuerst geneigt waren, sie als eine Kraft zu betrachten, die nur zwischen jedem Planeten oder Trabanten und dem Centralkörper wirkt, zu dessen Systeme er gehört. Ebenso stützen die Katastrophisten in der Geologie ihre Lehre, sie mag nun richtig oder irrig sein, darauf, daß, nachdem die Wirkung aller gegenwärtig wirksamen Ursachen in Abzug gebracht ist, in der gegenwärtigen Beschaffenheit der Erde ein großer Rest von Thatsachen übrig bleibt, der den Beweis liefert, daß in früheren Epochen entweder andere Kräfte oder dieselben Kräfte in einem viel höheren Grad von Stärke thätig waren. Um ein Beispiel mehr hinzuzufügen: Gene, die behaupten, was nie Jemand ernstlich zu beweisen versucht hat, daß in einem menschlichen Individuum, in einem der beiden Geschlechter oder in einer Menschenrace eine angeborene und unerklärliche geistige Ueberlegenheit im Verhältniß zu anderen vorhanden ist, könnten ihre Behauptung nur dadurch erhärten, daß sie von den Verschiedenheiten der Geisteskraft, die wir thatsächlich wahrnehmen, alles das abziehen, was man durch bekannte Gesetze auf feststehende Unterschiede der physischen Beschaffenheit oder auf die Verschiedenheiten der äußeren Verhältnisse zurückführen kann, in denen sich die Betreffenden bisher befunden haben. Was diese Ursachen nicht zu erklären vermöchten, würde eine Resterscheinung bilden, welche und welche allein der Beweis eines weiteren ursprünglichen Unterschiedes und das Maß für die Höhe desselben wäre.

Allein die Verfechter solcher vermeintlicher Unterschiede haben sich niemals um diese nothwendigen logischen Vorbedingungen für die Begründung ihrer Lehre umgesehen.

Da der Geist der Restmethode aus diesen Beispielen hoffentlich genügend erhellen wird und die drei anderen Methoden bereits eine so reichhaltige Beleuchtung gefunden haben, so können wir hier unsere Darstellung der vier Methoden in ihrer Anwendung auf die einfachere und mehr elementare Art der Verbindungen von Erscheinungen beschließen.

§. 6. Dr. Whewell hat über die Nützlichkeit der vier Methoden sowohl als über die Angemessenheit der von mir zu ihrer Erläuterung gebrauchten Beispiele eine sehr ungünstige Meinung geäußert. Sein Urtheil lautet wie folgt:\*)

„Zunächst drängt sich uns in Betreff dieser Methoden die Bemerkung auf, daß sie eben die schwierigste Leistung ohne weiteres als vollbracht voraussetzen, nämlich die Zurückführung der Phänomene auf solche Formeln, wie sie uns hier geboten werden. Wenn uns irgendeine Reihe verwickelter Thatfachen entgegentritt, wie in den von mir besprochenen Entdeckungen, — die Thatfachen der Planetenbahnen, fallender Körper, gebrochener Lichtstrahlen, kosmischer Bewegungen, chemischer Analyse, und wenn wir in irgend einem dieser Fälle das sie beherrschende Naturgesetz, oder wenn Jemand es so zu nennen liebt, den allen Instanzen gemeinsamen Grundzug entdecken wollen, wo sollen wir da unser  $A B C$ ,  $a b c$  suchen? Die Natur bietet uns die Instanzen nicht in dieser Gestalt und wie sollen wir sie auf dieselbe zurückführen? Ihr sagt: sobald wir die Vereinigung von  $A B C$  mit  $a b c$  und  $A B D$  mit  $a b d$  vorfinden, dann dürfen wir unseren Schluß ziehen. Zugegeben: aber wann und wo sollen wir solche Vereinigungen vorfinden? Wer wird selbst jetzt, da die Entdeckungen gemacht sind, uns nachweisen, was die  $A B C$  und  $a b c$  Elemente der soeben aufgezählten Fälle sind? Wer wird uns sagen, welche der Forschungsmethoden in diesen historisch wirklichen und erfolgreichen Forschungen ihre Exemplification finden? Wer wird diese Formeln durch den wirklichen Entwicklungsgang der Wissenschaften hindurchführen und uns zeigen, daß diese vier Methoden ihren Aufbau gefördert haben oder daß auf den Gang dieser

\*) Philosophy of Discovery S. 263—264.

Entwicklung durch die Bezugnahme auf diese Methoden irgendwelches Licht fällt?“

Er fügt hinzu, daß die Methoden in diesem Werke nicht „auf ein umfassendes Ganze namhafter und unzweifelhafter Entdeckungen, die sich über die ganze Geschichte der Wissenschaft erstrecken“ angewendet wurden; und dies hätte ich thun müssen, um zu zeigen, daß die Methoden den „Vorzug“ besitzen (den er für seine eigenen in Anspruch nimmt), eben die Methoden zu sein, „durch welche alle großen Entdeckungen in der Wissenschaft wirklich gemacht wurden.“ (S. 277.)

Diese Einwendungen gegen den Kanon der Induction besitzen eine schlagende Aehnlichkeit mit dem, was im vorigen Jahrhundert von Männern, die Dr. Whewell an Fähigkeit nicht nachstanden, gegen den anerkannten Kanon des Syllogismus bemerkt wurde. Die Gegner der aristotelischen Logik sagten vom Syllogismus, was Dr. Whewell von den inductiven Methoden sagt, daß er „eben die schwierigste Leistung ohne weiteres als vollbracht voraussetzt, nämlich die Zurückführung des Arguments auf solche Formeln, wie sie uns hier geboten werden.“ Die große Schwierigkeit, so sagten sie, besteht in der Erlangung des Syllogismus, nicht in der Beurtheilung seiner Richtigkeit, wenn er erlangt ist. Und was den thatsächlichen Vorgang betrifft, so hatten sie sowohl als Dr. Whewell Recht. Die größte Schwierigkeit besteht in beiden Fällen erstens in der Gewinnung der Beweismittel und dann in der Zurückführung derselben auf die Form, welche ihre Tristigkeit erprobt. Allein wenn wir diese zurückzuführen versuchen, ohne zu wissen auf was, — haben wir dann wohl bedeutende Aussicht auf Erfolg? Es ist schwieriger, eine geometrische Aufgabe zu lösen, als über die Richtigkeit einer vorgeschlagenen Lösung zu urtheilen; allein wenn die Menschen nicht im Stande wären, über die gefundene Lösung zu urtheilen, so hätten sie wenig Aussicht, sie zu finden. Und man kann nicht behaupten, daß über eine gefundene Induction zu urtheilen so kinderleicht sei, daß es keiner Hilfen und Anstalten dazu bedürfe; sind doch irrige Inductionen, falsche Schlüsse aus der Erfahrung ganz ebenso gewöhnlich, in manchen Gebieten viel gewöhnlicher als wahre. Die Aufgabe der inductiven Logik ist es, Regeln und Muster aufzustellen (gleich jenen, welche der Syllogismus für die Schlußfolgerung aufstellt), denen jene Beweise entsprechen müssen, um schlußkräftig zu sein. Dies sollen die vier Methoden leisten und dies leisten sie nach der, ich denke, durchgängig allgemeinen Ueberzeugung der

Naturforscher, welche sie alle praktisch geübt hatten, längst ehe Jemand daran dachte, die Praxis auf eine Theorie zurückzuführen.

Die Gegner des Syllogismus waren Dr. Whewell auch in dem anderen Theile seines Angriffes zuvorgekommen. Sie sagten, daß niemals irgendwelche Entdeckungen durch den Syllogismus gemacht wurden, und Dr. Whewell sagt, oder scheint zu sagen, daß niemals irgendwelche durch die vier Methoden der Induction gemacht wurden. Den Ersteren hat Erzbischof Whately sehr treffend erwidert, daß ihr Argument, wenn überhaupt, so auch gegen das Schlußverfahren selber gilt; denn was sich nicht auf Syllogismen zurückführen läßt, ist kein Schlußverfahren. Und Dr. Whewell's Argument gilt, wenn überhaupt, so auch gegen alle Folgerungen aus der Erfahrung. Indem er behauptet, daß niemals irgendwelche Entdeckungen durch die vier Methoden gemacht wurden, behauptet er, daß niemals welche durch Versuch und Beobachtung gemacht wurden, denn wurden sie so gemacht, so geschah dies sicherlich durch Prozesse, welche sich auf die eine oder die andere dieser Methoden zurückführen lassen.

Diese Meinungsverschiedenheit läßt mich auch seine Unzufriedenheit mit meinen Beispielen begreifen, denn ich habe diese nicht im Hinblick auf Solche ausgewählt, die erst überzeugt sein wollten, daß Versuch und Beobachtung Mittel der Erkenntniß sind. Ich gestehe gern, daß ich bei der Wahl der Beispiele nur daran dachte, die Methoden zu beleuchten und ihre Auffassung durch die Vorführung concreter Fälle zu erleichtern. Wäre es meine Absicht gewesen, die Prozesse selbst als Hilfsmittel der Forschung zu rechtfertigen, so hätte es nicht Noth gethan, nach entlegenen und verwickelten Fällen zu suchen. Als Probe einer Wahrheit, welche durch die Uebereinstimmungsmethode ermittelt ward, konnte ich dann den Satz wählen: „Hunde bellen“. Diesem und jenem und einem dritten Hunde entsprechen A B C, A D E, A F G. Der Umstand, daß einer ein Hund ist, entspricht dem A, das Bellen dem a. Als ein Beleg der Differenzmethode hätte der Satz genügt: „Feuer brennt“. Ehe ich das Feuer berühre, bin ich nicht gebrannt, dies ist B C, ich berühre es und bin gebrannt, dies ist A B C, a B C.

Derartige, dem Alltagsleben entnommene, experimentale Vorgänge werden von Dr. Whewell nicht als Inductionen betrachtet. Allein sie sind völlig gleichartig mit denjenigen, welche, sogar nach seiner eigenen Darstellung, der Pyramide der Wissenschaft ihre Basis liefern. Vergebens sucht er diesem Eingeständniß zu

entriinnen, indem er die Auswahl der zulässigen Beispiele der Induction den willkürlichsten Beschränkungen unterwirft: sie dürfen weder einer noch schwebenden Streitfrage angehören (S. 265), noch dürfen sie, auch nur zum kleinsten Theil, Gegenständen der Geistes- und Socialwissenschaft entlehnt sein (S. 269), noch auch endlich der gewöhnlichen Beobachtung und dem praktischen Leben (S. 241—247). Sie müssen ausschließlich jenen Verallgemeinerungen entnommen sein, durch welche wissenschaftliche Denker zu großen und umfassenden Gesetzen der Natur emporgestiegen sind. Nun ist es bei diesen verwickelten Untersuchungen selten möglich, weit über die ersten Stadien hinauszukommen, ohne die Deduction und die zeitweilige Hilfe von Hypothesen herbeizurufen, wie ich selbst, im Verein mit Dr. Whewell, der rein empirischen Schule gegenüber behauptet habe. Da es mithin nicht wohl thunlich war, solche Fälle zur Beleuchtung der Principien der reinen Experimentalforschung zu verwenden, so läßt sich Dr. Whewell durch ihr Fehlen dazu verleiten, die experimentalen Methoden als nutzlos für die wissenschaftliche Forschung darzustellen. Er vergißt hierbei, daß, wenn jene Methoden nicht die ersten Verallgemeinerungen geliefert hätten, die Induction, wie er selbst sie auffaßt, keinen Stoff zur Bearbeitung vorgefunden hätte.

Seinem Verlangen jedoch, man möge nachweisen, welche der vier Methoden in gewissen wichtigen naturwissenschaftlichen Forschungen zur Anwendung kamen, kann leicht Genüge geschehen. „Die Planetenbahnen“ fallen, so weit sie überhaupt ein Gegenstand der Induction sind\*), unter die Uebereinstimmungsmethode. Das Gesetz „fallender Körper“, das Gesetz nämlich, daß sie Strecken beschreiben, welche den Quadraten der Zeiten proportional sind, wurde thatsächlich durch Ableitung aus dem ersten Gesetz der Bewegung gefunden, allein die Versuche, durch welche das Gesetz bewahrheitet wurde und durch die es hätte entdeckt werden können, waren Beispiele der Uebereinstimmungsmethode, und die scheinbare Abweichung von dem wirklichen Gesetze, welche der Luftwiderstand bewirkt, wurde durch Versuche im leeren Raum aufgehehlt, welche eine Anwendung der Differenzmethode waren. Das Gesetz „gebrochener Strahlen“ (die Beständigkeit des Verhältnisses zwischen dem Sinus des Einfallszu jenem

\*) Man vgl. über diesen Punct das zweite Capitel des gegenwärtigen Buchs.

des Brechungswinkels bei jeder lichtbrechenden Substanz) wurde durch directe Messung, und somit durch die Uebereinstimmungsmethode ermittelt. Die „kosmischen Bewegungen“ wurden durch äußerst verwickelte Denkprocesse bestimmt, bei denen die Deduction die Hauptrolle spielte, aber die Uebereinstimmungsmethode und die Variationsmethode hatten an der Feststellung der empirischen Gesetze einen bedeutenden Antheil. Jeder Fall der „chemischen Analyse“ ohne Ausnahme bildet ein scharf ausgeprägtes Beispiel der Differenzmethode. Für Jeden, der die Gegenstände kennt, — für Dr. Whewell selbst z. B. bietet es nicht die mindeste Schwierigkeit, „die A B C und a b c Elemente“ dieser Fälle anzusehen.

Wenn Entdeckungen jemals durch Versuch und Beobachtung, ohne Mithilfe der Deduction, gemacht werden, so sind die vier Methoden Methoden der Entdeckung. Allein selbst wenn sie nicht Methoden der Entdeckung wären, so wären sie darum nicht weniger die einzigen Methoden des Beweises, und in dieser ihrer Eigenschaft unterliegen ihnen sogar die Ergebnisse der Deduction. Die großen Verallgemeinerungen, welche als Hypothesen beginnen, müssen damit enden, daß sie durch die vier Methoden bewiesen werden, und sie werden, wie später gezeigt werden soll, in Wahrheit so bewiesen. Nun ist es der Beweis als solcher, mit dem es die Logik hauptsächlich zu thun hat. Diese Unterscheidung hat allerdings wenig Aussicht, in Dr. Whewell's Augen Gnade zu finden, denn es ist die Eigenthümlichkeit seines Systems, daß es in Fällen der Induction die Nothwendigkeit des Beweises nicht anerkennt. Wenn nach Aufstellung einer Hypothese und sorgfältiger Vergleichung derselben mit den Thatfachen nichts zu Tage kommt, was ihr widerstreitet, das heißt, wenn die Erfahrung die Hypothese nicht entkräftet, so ist er damit zufrieden, wenigstens so lange, bis eine einfachere, mit der Erfahrung gleichfalls verträgliche Hypothese sich darbietet. Wenn das Induction ist, so bedarf es allerdings nicht der vier Methoden, allein diese Annahme erscheint mir als ein totales Verkennen der Art von Beweisgründen, auf denen die Wahrheiten der Natur beruhen.

So wahrhaft und dringend ist das Bedürfniß nach einem, dem Syllogismus ähnlichen, Prüfmittel für die Induction, daß Schlüsse, die den elementarsten Begriffen der inductiven Logik Hohn sprechen, sogar von hervorragenden Naturforschern unbedenklich gezogen werden, sobald diese sich von dem Boden ent-

fernen, auf dem sie mit den Thatsachen vertraut und nicht darauf angewiesen sind, nach Beweisgründen allein zu urtheilen, und was die Gebildeten im Allgemeinen betrifft, so darf man zweifeln, ob sie über die Richtigkeit einer Induction heute besser zu urtheilen vermögen, als zur Zeit da Bacon die Feder ergriff. Der Fortschritt, der in den Denkergebnissen stattfand, hat sich selten auf die Denkprocesse erstreckt, und häufiger noch auf den Proceß der Forschung als auf jenen des Beweises. Viele Naturgesetze sind ohne Zweifel erkannt worden, indem man Hypothesen aufstellte und fand, daß die Thatsachen ihnen entsprachen, und viele Irrthümer ist man los geworden, indem man zur Kenntniß von Thatsachen gelangte, die mit ihnen unverträglich waren, aber nicht indem man entdeckte, daß die Denkweise selbst, welche zu den Irrthümern führte, eine fehlerhafte war und als solche hätte erkannt werden können, unabhängig von den Thatsachen, die das Ergebnis im einzelnen Falle widerlegten. Daher kommt es, daß, während die Menschen sich in Betreff vieler Gegenstände zu richtiger Einsicht durchgearbeitet haben, die Denkkraft selbst so schwach wie zuvor geblieben ist. Und bei allen Gegenständen, wo die controllirenden Thatsachen nicht zugänglich sind, wie bei Allem, was die unsichtbare Welt betrifft — und sogar, wie man kürzlich gesehen hat, die sichtbare Welt der Planetenregionen — argumentiren Männer von der höchsten naturwissenschaftlichen Bildung so kläglich wie der schlimmste Ignorant. Denn obgleich sie im Laufe ihrer Forschungen viele berechnigte Inductionen durchgeführt haben, so haben sie aus ihnen doch nicht gelernt (und brauchen, nach Dr. Whewell, nicht zu lernen) die Grundsätze der inductiven Beweislehre.

## Behntes Capitel.

### Von der Vielzahl der Ursachen und der Verflechtung von Wirkungen.

§. 1. In der vorangehenden Darlegung der vier Methoden der Beobachtung und des Versuches, durch die wir unter einer Menge coexistirender Erscheinungen die bestimmte Wirkung, die einer