

Über Vorhersagung in der Wissenschaft.

Rede

zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Königs

gehalten von

Prof. R. Lang.

Hochansehnliche Festversammlung! Wie man die Weltgeschichte in 3 große Abschnitte teilt, so hat man auch in der Geschichte der Wissenschaften 3 Stufen aufgefunden: Die Stufe der Ahnung oder des Glaubens, die der Sophistik, endlich die der nüchternen Forschung. Wir wollen uns hier nicht aufhalten über die Dreizahl, die nach beliebtem Vorbild diese Einteilung beherrscht; es mögen Ausnahmen vorhanden sein. Thatsache aber ist jedenfalls, daß der Fortschritt der Wissenschaft darin besteht, daß sie nüchterner geworden ist. Die strenge Göttin der Wissenschaft ist erst auf der Erde erschienen, als ihre heitern Schwestern aus dem Fabellande sich auf des Pindus Höhen gerettet hatten.

Auch die Vorhersagung künftiger Ereignisse teilt dieses Los. Stürmisch wagte sich der Wunsch in die Zukunft zu sehen gleich anfangs an das interessanteste, aber freilich auch schwierigste Problem, das er sich stellen konnte, an das Menschenschicksal und leicht beschwingt sorgte die ungehemmte Phantasie für Befriedigung. Aber ungezählte Misserfolge in jahrhundertelanger Uebung mußten kommen bis sich endlich die nüchterne Anschauung durchgerungen hatte, daß das Menschenschicksal das verschleierte Bild zu Sais ist, von dem wir nimmermehr den Schleier heben werden. Wir haben gelernt uns zu bescheiden mit den Vorhersagungen natürlicher Ereignisse; es genügt uns mit voller Sicherheit die Erscheinungen des Himmels, die Wirkungen der Kräfte der Natur vorher zu bestimmen. Das erscheint manchem wenig, ja sogar verächtlich. Aber diese Vorhersagungen bilden den Stolz unserer heutigen Naturerkenntnis und ihr Ziel.

Der leider so früh verstorbene unvergeßliche Heinrich Herz, dessen glänzende Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft noch heute die Physik in Athem halten, hat sein nachgelassenes gedankenreiches Buch über Mechanik mit den Worten eingeleitet: „Es ist die nächste und in gewissem Sinn wichtigste Aufgabe unserer, bewußten Naturerkenntnis, daß sie uns befähige zukünftige Erfahrungen vorauszusagen.“ Und diese Behauptung in erweiterter Fassung machte sich auch der österreichische Physiker E. Mach zu eigen als er auf der Naturforscherversammlung zu Wien im Herbst 1894 sagte: „Man verlangt von der Wissenschaft, daß sie zu prophezeien verstehe. Der Geologe, Paläontologe, zuweilen der Astronom, immer der Historiker, Kulturforscher, Sprachforscher prophezeien sozusagen nach rückwärts.“ Man kann sich dieser Erweiterung auf die Geisteswissenschaften anschließen, wenn man mit Mach die Aufgabe der Wissenschaft überhaupt bezeichnen will und sie darin erkennt, daß sie bruchstückweise vorliegende Thatsachen in Gedanken zu ergänzen sucht. Denn wenn der Geschichtsforscher es unternimmt aus den bekannten Charaktereigenschaften eines Volkes, seiner Bildungsstufe, seiner Landesbeschaffenheit den Gang seiner Geschichte in einem gewissen Zeitabschnitt zu begreifen oder wenn der Germanist den Wandlungen eines Wortes in den indogermanischen Schwester Sprachen nachspürt, so befinden sie sich in ähnlicher Lage wie der Paläontologe, der aus den fossilen Zeugnissen früherer Erdperioden etwa das Bild unseres Landes zur Jurazeit oder aus dem aufgefundenen Kopfskelet des *Dinotherium* das ganze Tier wieder herstellt. Ihre Thätigkeit unterscheidet sich von der der vorausschauenden Wissenschaften lediglich darin, daß diese in die Zukunft sich wenden, daß diese mit positiven, jene mit negativen Zeiträumen rechnen. Es soll hier nicht untersucht werden in wiefern diesen rückwärts gewandten Wissenschaften unter Umständen auch ein Blick nach vorwärts gegönnt ist, wie umgekehrt zuweilen die Naturwissenschaften sich rückwärts wenden, wenn etwa der Physiker einen Carnot'schen Kreisproceß umkehrt oder der Astronom des Thucydides Angabe prüft, daß die Sonne für den Piraeus verfinstert war als sich Pericles nach Epidaurus einschiffte. Der Frage, wann das griechische Kreuz auf der Sophienmoschee erglänzen oder die letzte englische Besatzung Aegypten räumen wird steht die Geschichte ratlos gegenüber; ja selbst die Frage nach der nächsten Zukunft erscheint nicht gerechtfertigt, wenigleich es sicher ist, daß „in dem Heute wandelt schon der Morgen“. Gestatten Sie daher, verehrte Versammlung, daß ich die Vorhersagung in ihrem eigentlichen Verstande als in die Zukunft gerichtet fasse und, von den Geisteswissenschaften absehend, die Frage nach der Möglichkeit und Sicherheit der Voraussagung künftiger Ereignisse durch die Naturwissenschaft an der Hand der Geschichte zu beantworten suche. Nach Herz's Aufstellung fällt diese Untersuchung im wesentlichen zusammen mit der Frage nach der Möglichkeit und Sicherheit unserer Naturerkenntnis.

Ein Blick auf die alte Geschichte hat zunächst vorwiegend psychologisches Interesse. Wir sehen wie mächtig das Sehnen war, das Dunkel der Zukunft durchdringen zu können. Dies Sehnen entsprang nicht immer der gleichen Quelle. Ostmals mag der Trieb zur Wahrheit leitend gewesen sein; aber manchmal gewiß entsprang es zweifelhafter Neugier oder auch unedler Selbstsucht, die in der Kenntnis der Zukunft das beste Mittel sah ihren Vorteil schon in der Gegenwart wahrzunehmen oder sich auch damit begnügte sich mit dem Schein des Wissens zu umgeben, der an sich schon die gläubige Menge berückt und seinen Träger über dieselbe emporhebt. War das altrömische Institut der Augurien und Haruspizien in gutem Glauben geschaffen, so verrät das bekannte Wort des älteren Cato von den sich anlachenden Auguren nur zu deutlich, daß schon damals vor allem Priestertrug und sogenannte politische Notwendigkeit es aufrecht erhielten. Und doch ging es ganz erst mit dem Sturz des römischen Reiches unter! Der feinere Geist der Griechen hat in seinen Orakeln die Seher gefunden, die in Delphi durch die Hallucinationen der Pythia, in Delos im Rauschen des heiligen Vorbeers Götterwillen und Zukunft erkannten. Und wenn uns Tacitus von unsern eigenen heidnischen Vorfahren berichtet, daß sie aus dem

Vogelflug, dem Wiehern der heiligen Rosse, dem Rauschen des Eichenhaines Kunde über die Zukunft zu erlangen suchten, so erkennen wir mit Staunen wie gleichartig trotz so verschiedenen Kulturzustandes sich jenes Sehnen der Menschenseele äußert: Auf der einen Seite das rauhe, schriftlose Germanenvolk in seinen düsteren Wäldern, auf der andern die weltbeherrschenden Römer mit ihrer verfeinerten Lebensführung, ihrem hochentwickelten Rechtssystem und die Griechen mit ihrer Weltweisheit, ihrer bewundernswerten Kunst.

Ein helles Licht fällt aber aus dieser merkwürdigen geschichtlichen Thatsache auf die uns beschäftigende Frage, wenn wir nach den Gründen suchen, daß die Griechen trotz ihrer staunenswerten Leistungen in der Philosophie und Mathematik nicht imstande waren den Orakelaberglauben, den Glauben, daß es möglich sei die Geschicke des Volkes und des Einzelnen vorherzusehen, zu überwinden. Der Grund ist ähnlich demjenigen, der auch in neueren Jahrhunderten, zuletzt am Anfang des unsrigen die Philosophie irre geleitet hat; er steckt, es muß gesagt werden, gerade in den großartigen Erfolgen der Mathematik zu beiden Zeiten. Denn auf mathematischem Gebiet waren die Griechen allen Völkern des Altertums weit voraus. Die Mathematik ist nun aber eine rein deduktive Wissenschaft; aus wenigen Axiomen entwickelt sie ihre Sätze; ja es wäre denkbar, daß ein genialer Kopf, von aller Welt abgeschlossen, von den 12 Grundsätzen Euklids ausgehend, aus sich heraus das ganze stolze Gebäude mathematischer Wahrheiten erstehen lassen könnte. Warum sollte dieselbe Methode der Deduktion, die auf dem einen Gebiet so reiche Früchte trug und für die der griechische Geist eine so hervorragende Begabung hatte, nicht auch auf dem Felde der Philosophie, der Spekulation über das Weltganze, anwendbar und erfolgreich und damit der Schlüssel für die Zukunft sein? Diese Meinung war der Irrtum, der allen philosophischen Systemen der Griechen, eines Aristoteles so gut wie eines Sokrates und Plato zu Grunde liegt, so sehr sie sonst unsere Bewunderung erregen müssen durch die Kühnheit des Gedankenflugs, die Schärfe der Logik, die lichtvolle Anordnung ihrer Ergebnisse. Ideen, Begriffe, Worte waren es, durch die sich jene Philosophen gleich ihrer ganzen Zeit täuschen ließen. Ein Wort, glaubte Sokrates, müsse auch das Wesen der Sache bezeichnen; Platos allgemeinen, vom Individuum losgetrennten Ideen, sollte etwas reales entsprechen. Folgerichtig mußte die Vernunft aus ihren selbstgeschaffenen Ideen nach der Methode der Mathematik das Weltgebäude nach Plan und Ziel erkennen, mithin auch die Zukunft vorauskonstruieren können. Es entsprach nicht nur dem Geschmack, sondern war ganz logisch, daß die griechischen Weltweisen mit Geringschätzung und Verachtung auf die Ergebnisse der gemeinen oder durch dürftige Hilfsmittel gewonnenen Erfahrung herabsahen. So erklärt sich leicht, daß Naturwissenschaft im Altertum so gut wie ganz fehlte; es ist damit aber auch klar, das die griechische Weltanschauung in ihrer wunderbaren und untrennbaren Vermischung kausaler, teleologischer und mythologischer Elemente kein Gegengewicht bieten konnte gegen den Orakelaberglauben, die Prophezeiungen der sibyllinischen Bücher, überhaupt die ganze Mantik, die Vorherjagung der Zukunft. Sokrates empfahl die Befragung der Orakel.

Es liegt für unseren heutigen Standpunkt ein eigener Reiz in der Betrachtung dieser ersten stürmischen Versuche des Menschengenies sich die Einsicht in die Weltordnung im Fluge zu erobern; leicht, in kühnen Gedanken glaubte er fertig zu werden mit dem spröden Stoff der Wirklichkeit, der sich erst des Weisfels hartem, unermüdlichem Schlag erschlossen hat. Aber diese Stufe der Illusion mußte überwunden werden und es gab keinen anderen Weg über die Vorurteile und den Aberglauben wegzukommen als eben diese Versuche des klassischen Altertums.

Anders geartet, vielleicht weniger anziehend als die naive Größe der antiken Illusionen war der Wahn, der die folgende Zeit des Uebergangs gefangen hält, jene Zeit des schlimmsten Aberglaubens, wo man alles für möglich, nichts für notwendig hielt, wo ein Apollonius von Thyana

als gefeierter Prophet auftrat, dessen Weissagungen und Wunder zum teil selbst von Lucian und Origenes zugegeben wurden. In diese Zeit fällt die Belebung der abendländischen Wissenschaft, sofern man von solcher sprechen kann, durch die Araber, welche über die Wirren der Völkerwanderung hinweg griechische Philosophie und Mathematik, orientalische Alchemie und Astrologie zu den jugendlichen Völkern des Westens hinübergerettet und die verloren gegangene Idee von der Gesetzmäßigkeit des Weltverlaufs wieder zur Geltung gebracht hatten. Die Astrologie hatte als „barbarische Kunst“ bei den Griechen und Römern wenig Anklang gefunden; Horaz hielt es für gottlos die „babylonischen Zahlen“ zu befragen und Cicero kämpft gegen sie in seiner Schrift *De Divinatione* mit der ganzen Kraft seiner Beredsamkeit; im Mittelalter aber gelangt sie zur Blüte und zwar zunächst in reiner Form, als eifrig betriebene, von arabischen und christlichen Gelehrten hochgeschätzte Wissenschaft, die auch wir ernst zu nehmen haben.

Wir haben hier die zweite Stufe der uns beschäftigenden Frage vor uns; welche sich bezeichnen läßt als gewaltfame Deutung der Erfahrung durch eine fertige, aprioristische Theorie. Der große Fortschritt besteht in der Betonung des empirischen Elements, von dem der spekulative griechische Geist nichts wissen wollte; so groß erschien A. v. Humboldt diese That, die Einführung von Experiment und Messung, daß er die Araber als die eigentlichen Begründer der physischen Wissenschaften im neueren Sinn betrachtet wissen wollte. Allein der große Forscher überschätzte offenbar das arabische Verdienst; denn wahre Naturforschung und damit sichere Vorhersagung entstand erst mit der Erkenntnis, daß nicht die Unterordnung der Thatfachen unter die Theorie, sondern die Ueberordnung derselben das richtige Verhältnis ist. Die Araber jedoch und mit ihnen die christliche Wissenschaft standen vollständig unter dem Banne der aristotelisch-scholastischen Philosophie, die in ihren Kategorien zum voraus jeder Erfahrung eine Stelle im System, jedem Verhältnis einen Zweck bereit hatte.

Der Grundpfeiler der Astrologie insbesondere ist der Averroistishe Satz, daß Gott direkt nur auf die Fixsterne wirkt und alle irdischen Dinge nur indirekt, durch die Kraft der Gestirne, von Gott regiert werden. Daß sich auf diesem Fundament eine Wissenschaft aufbauen läßt leuchtet ein; und wirklich stellt die damalige Astrologie oder Horoskopie, wie die ihr wesensverwandte Alchemie eine folgerichtige, methodische Wissenschaft, einen nicht zu belächelnden Versuch des menschlichen Geistes dar in den Mechanismus des natürlichen Geschehens hinein und daher auch die Zukunft vorauszusehen. Das bekunden die mit voller Ueberzeugung geschriebenen Schriften hochstehender Gelehrten, eines Nostradamus, Cardanus, Agrippa von Nettesheim; ja selbst Melancthon, der treue Gehilfe Luther's, war von der Möglichkeit astrologischer Vorhersagung fest überzeugt und hat selbst ein astrologisches Buch, den dem Ptolemäus zugeschriebenen *Tetrabiblos* herausgegeben. Man fragt sich freilich wie es kommen konnte, daß weder die Astrologen noch das Volk irre wurden an dieser Wissenschaft trotz der vielfachen unausbleiblichen Misserfolge; aber man muß bedenken, daß auch die Alchemisten und damaligen Mediziner wohl ebenso oft vor bitterer Enttäuschung standen wie die Astrologen. Wenn seine Voraussetzungen fehl gehen, sagt Cardanus, so sei das nicht die Schuld der Wissenschaft, sondern seine eigene, daß er die Wissenschaft nicht genug kenne oder in ihrer Anwendung gefehlt haben müsse. Selbst Kepler, der gewaltige Begründer der modernen Astronomie, war nicht ganz frei von astrologischen Anschauungen. Im 29. Artikel seiner astrologischen Streitschrift *Tortius intervensiens* schließt er: „Deshalb ist es sehr gläublich, daß der Planeten Leibsqualitäten durch solche stättig ausfließende *species immaterialis* zu uns auf den Erdboden reichen“. Aber von dem Standpunkt, für den der Irrtum der unvermeidliche Durchgang zur wahren Erkenntnis ist, kann diese gewiß mehr vorsichtige als abergläubische Haltung Kepler's kein Vorwurf sein. Und auch die andre Art, wie unser großer Landsmann die Astrologie in Schutz nimmt, kann man ihm, rein menschlich betrachtet, nicht übel nehmen. „Es ist wohl“, ruft er aus, „diese Astrologia ein närrisches Töchterlein, aber, lieber Gott, wo wollt ihre Mutter, die hochvernünftige Astronomia bleiben,

wenn sie diese ihre närrische Tochter nit hätte. Und seind sonsten der Mathematicorum Salaria so seltham und gering, daß die Mutter gewißlich Hunger leiden müßte, wenn die Tochter nichts erwürbe". Dem Nativitätenschwindel freilich, der um seine Zeit wucherte und sich bis in unser Jahrhundert herein erstreckte, stand Kepler fern. Als Ausgeburt jener ernstgemeinten Wissenschaft, welche die Zukunft aus dem Horoskop vorher bestimmen wollte, geht sie auch uns hier nichts an.

Doch wir müssen von der sympathischen Gestalt Kepler's unsern Blick noch einmal etwa ein Jahrhundert weiter rückwärts wenden, um an die eigentliche Geburtsstunde der neuen Zeit zu kommen, wo unter gährenden Zweifeln und erbitterten Kämpfen die Vernunft sich befreite von den Fesseln blinden Ueberlieferungs- und Autoritätsglaubens, Freiheit begehrend selbst zu denken, zu prüfen, zu forschen, wo sie einen Gegenstand ihrer würdig fand, wo wir einen Columbus sehen im Kampf mit der Schulmeinung der Kosmographen, einen Luther in der Erfurter Klosterzelle im Ringen mit sich selbst, zu Worms mit Papst und Kaiser, einen Galiläi vor dem Tribunal der Inquisition. Es fällt uns heute schwer uns so recht den Sturm vorzustellen und nachzuempfinden, der damals durch die Geister segte; aber es war ein Frühlingssturm und eine Lust zu leben. Von allen Seiten, von theologischer, philologischer, philosophischer und nicht zuletzt naturwissenschaftlicher Seite strömten die Bächlein zusammen, aus denen der moderne Geistesstrom heranwuchs. Was half es wenn einige sich sperrten, wenn man des Kopernikus und Galiläi's Schriften auf den Index setzte und verbrannte, wenn ein Cremonini, Galiläi's Kollege an der Paduaner Universität, sich weigerte durch das neuerfundene Fernrohr die Jupitermonde zu sehen, um nicht mit Aristoteles in Konflikt zu kommen. Wie ein Lauffeuer verbreitete sich die Kunde von den naturwissenschaftlichen Großthaten durch die Welt. War es doch als ob sich wie durch ein Wunder die Erde erst wirklich bewegte als der Domherr von Frauenburg es wagte sie von ihrer nie bestrittenen Stellung im Mittelpunkt des Weltalls abzusetzen, als sei der Menschheit ein neues Organ zugewachsen seit ihr durch Fernrohr und Mikroskop der Blick in die Tiefen des unermesslich Großen und Kleinen geöffnet wurde, als sei ihr vor allem ein neues geistiges Auge geweckt, welches frei und ungetrübt der Natur ins ernste Antlitz sah in der Methode, nach welcher Galiläi die Gesetze des Falls, Kepler die Geheimnisse der Planetenbewegung entschleierte. Jetzt war keine Zeit mehr zu müßigen Fragen ob man das Schicksal in den Sternen lesen könne, jetzt gab man nichts mehr auf Weltuntergangspropheten, die im Jahre 1000 die ganze Christenheit in Aufregung versetzt hatten. Nur wenige suchten noch nach dem Stein der Weisen und die Verneinung des perpetuum mobile sehen wir bereits in den hydrostatischen Untersuchungen des Holländers Stevin zum Grundsatz erhoben. Dagegen tauchen jetzt schon Voraussetzungen auf, die sich der Art nach nicht von denen der heutigen Wissenschaft unterscheiden. Der berühmte Magdeburger Oberbürgermeister Otto v. Guericke prophezeite 1660 bereits richtig einen Sturm aus dem tiefen Fallen seines 10 m langen Wasserbarometers. Pascal sagt voraus, daß auf der Spitze des Puy de Dôme bei Clermont die Quecksilberäule des Barometers niedriger stehen müsse als in der Stadt und seine Vorhersagung bestätigt sich glänzend. Einfach zwar und nach einfacher Methode gewonnen sind diese Vorhersagungen, aber sie sind uns ehrwürdig als die ersten Siegeszeichen der neuerstandenen Naturerkenntnis und als Beweis für die Gesundung der ganzen Geistesrichtung, die sich nicht mehr an unfaszbaren metaphysischen Problemen verblutet, sondern mit Erfolg den nüchternen Fragen der Wirklichkeit zuwendet.

Ziehen wir die Summe aus der tausendjährigen Arbeit der zur Erfahrung und Naturbeobachtung zurückgekehrten mittelalterlichen Forschung, so können wir sie bezeichnen als die Ueberzeugung, daß nicht alles mit allem, daß vielmehr jede Erscheinung nur mit wenigen andern zusammenhängt und daß dieser Zusammenhang ein gesetzmäßiger ist. Denkbar ist ja jeder Zusammenhang; welcher aber thatsächlich besteht, das konnte und kann nur die Beobachtung lehren. Die Erkenntnis desselben ist die Grundlage jeder Vorhersagung. Ein Alchemist des 15. Jahrhunderts konnte ganz wohl wähnen, daß

wenn er — in seiner Sprache gesprochen — den roten Leu im lauen Bad der Lillie vermähle, so werde Gold entstehen. So lange die Erfahrung nicht gesprochen, konnte er auch nicht wissen, daß Scheidewasser auf eine Metalllegierung nicht anders wirkt ob der Sirius über oder unter dem Horizonte steht, auf einem Kreuzweg in der Charfreitagnacht als in seiner Küche am lichten Tag. So blieb nichts unprobiert; um ihre Wirkung zu erfahren wurden mit unendlicher Ausdauer und Selbstverleugnung selbst die unmöglichsten und widrigsten Dinge zusammengebracht. Diese Durchforschung der äußeren Erfahrung ist das große Verdienst des Mittelalters. Allerdings ist diese riesige Sichtsarbeit nicht um ihrer selbst willen unternommen worden; so außerordentliches leistet nur die treibende Kraft einer gewaltigen Idee und das war jene merkwürdige vom Stein der Weisen, welche, von den Arabern ins Abendland verpflanzt, durch eine wunderbare Fügung die erleuchtetsten Köpfe ein Jahrtausend lang mit bis zur Raserei gesteigerter Leidenschaft erfüllte. Denn was Menschenglück ausmacht, Reichtum, Gesundheit, langes Leben sollte der Stein der Weisen seinem glücklichen Besitzer bieten. War das Ergebnis dieser Arbeit auch im wesentlichen negativ, so war sie doch nicht vergeblich; getan mußte sie einmal werden, sollten die Vorstellungen vom Zusammenhang der natürlichen Ereignisse geläutert, gereinigt, vereinfacht werden. Es ist in der That so wie Mach sagt: „Die Wissenschaft ist fast mehr gewachsen durch das was sie ignoriert als durch das was sie berücksichtigt hat“. Positiv ausgedrückt ist also die Errungenschaft des alchemistisch-astrologischen Zeitalters nichts geringeres als die Ueberzeugung vom gesetzmäßigen Ablauf der Naturerscheinungen oder, was auf dasselbe hinauskommt, von der allgemeinen Gültigkeit des Kausalgesetzes in der Natur.

Da dieses Gesetz, wie wir sahen, die Vorbedingung für jede Vorhersagung enthält, so ist es nötig ihm von erkenntnistheoretischem Standpunkt noch einige Worte zu widmen. Wir brauchen uns dabei nicht einzulassen auf die Streitfrage, ob wie die Empiristen, voran Hume und John Stuart Mill, annehmen der Kausalbegriff selbst erst ein Erzeugnis der Erfahrung oder ob wie Kant und jetzt wohl die meisten Naturforscher behaupten, dieser Begriff uns angeboren, ein Stammbegriff der Vernunft ist, der vor und unabhängig von jeder Erfahrung a priori in unserem Geiste da ist. Halten wir uns an die Kant'sche Auffassung, die auch Helmholtz vertritt, so stellt der ganze geschichtliche Gang, den wir geschildert haben, eine unausgesetzte Prüfung dar, ob das in der menschlichen Organisation begründete Kausalgesetz anwendbar ist auf die Welt der natürlichen Geschehnisse. Und damit ist auch nicht unverföhlich die Thatsache, daß es Zeiten gab, wo der Kausalitätsbegriff kaum in die Erscheinung trat. Von der Notwendigkeit einer Uebereinstimmung zwischen dem uns angeborenen Gesetz und dem Ablauf der äußeren Erfahrung kann, wie schon bemerkt, freilich keine Rede sein. Niemand, der einigermaßen an Abstraktion gewöhnt ist, fällt es schwer sich eine Welt zu denken, in der die Körpermoleküle oder auch die Fixsterne sich völlig gesetzlos, ganz von ungefähr bewegen. In einer solchen Welt allerdings müßte unser Denken und damit auch jede Vorhersagung aufhören; verzweifelnd würden wir vor der Aufgabe stehen diese Welt zu begreifen oder irgend etwas vorherzusagen und wie G. Du Bois Reymond gegenüber dem Problem von Kraft und Materie müßten wir ihr gegenüber ein entsagungsvolles Ignorabimus sprechen. Haben wir also für die Anwendbarkeit des Kausalgesetzes auf die Welt keine andere Bürgschaft als den Erfolg, so kann man nicht leugnen, daß auf diesem Wege große Ergebnisse erlangt worden sind und die Gewißheit, daß es sich in 1000fältiger vergangener Erfahrung bestätigt hat läßt uns Vertrauen schöpfen für die künftige. Das Unzulängliche, dann wirds Ereignis.

Damit sind wir nun auch im Besitz eines Maßstabes für die Zuverlässigkeit unserer sichersten Vorhersagungen. Praktisch sind sie gewiß wie die Naturgesetze, aus denen sie durch richtige Schlüsse abgeleitet sind. Die aprioristische Gewißheit mathematischer Lehrsätze kommt ihnen nicht zu, sondern nach ihrer Abstammung nur jene relative, die all unser empirisches Wissen an sich trägt, eine Gewißheit, die

sich vielleicht am besten veranschaulichen läßt durch die Erwartung, die jeder hegt, daß morgen die Sonne wieder ebensogut aufgehen wird als sie es vorher 50 millionenmal über der geschichtlichen Menschheit that oder auch durch die von der Legende vom ewigen Juden unerschütterten Gewißheit, daß wir alle sterben werden.

Unter den verschiedenen Fassungen, die man dem Kausalgesetz gegeben hat, tritt die für die Vorhersagung wichtige Eigenschaft am deutlichsten heraus in derjenigen von Fechner, welche lautet: „Überall und zu allen Zeiten kehrt, insoweit dieselben Umstände wiederkehren, auch derselbe Erfolg wieder; kehren nicht dieselben Umstände wieder, so muß auch nicht derselbe Erfolg wiederkehren.“ Man bemerkt, daß es die im Gesetz auftretende Zeitbeziehung ist, an der die Möglichkeit der Vorhersagung haftet. Ist demnach auf irgend eine Weise festgestellt, daß die Erscheinung A stets die Erscheinung B zur Folge hat, so ist damit ein Naturgesetz erkannt und die Vorhersagung ermöglicht, daß wenn irgend einmal A eintritt, B folgen muß. Von dieser Art ist die angeführte Vorhersagung Pascals. Er wußte aus Versuchen mit der Luftpumpe, daß mit fortschreitender Verdünnung der Luft die Quecksilbersäule fällt. Da er nun aus andern Gründen schloß, daß mit der Erhebung über den Erdboden die Luft dünner wird, so konnte er den niedrigeren Stand des Barometers auf dem Pay de Dôme vorherhersagen. Auf ähnliche Weise konnte Guericke bei seinen berühmten Versuchen auf dem Regensburger Reichstage im Jahre 1654 genau vorherhersagen, daß 16 Pferde seine luftleeren Halbkugeln nicht auseinanderzureißen vermochten, nachdem er vorher in kleinerem Maßstab mit angehängten Gewichten experimentiert hatte. Derartige Vorhersagungen nach dem Kausalgesetz gehören zur täglichen Praxis der experimentalen Naturwissenschaft; auch die Thätigkeit des Arztes gehört dahin, wenn auch bei ihr häufig der Erfolg scheitert an der Unmöglichkeit die vom Gesetz geforderte Gleichheit der Umstände zu erkennen. Von tief einschneidender Bedeutung sind solche Vorhersagungen für das Handwerk und die Industrie; denn viele der einfachen Naturgesetze haben sich früh schon, bewußt oder unbewußt, zu Regeln des Handwerks verdichtet und bilden zusammen mit tiefer liegenden Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Forschung die Grundlage der Industrie und Technik, deren Blüte unsere Zeit kennzeichnet. Es wird jetzt keine Dampfmaschine, keine Turbine gebaut, keine Gasfabrik oder elektrische Centrale eingerichtet, für welche nicht vom Besteller die Leistungsfähigkeit vorgeschrieben und vom Fabrikanten garantiert wird. Der Besteller könnte nicht bestehen, wäre er nicht imstande genau vorherzubestimmen unter welchen Umständen, bei welcher Konstruktion der erwartete Erfolg mit Sicherheit eintritt.

Verzichten wir auf weitere Beispiele dieser Vorhersagung nach dem Kausalgesetz, so ist es nötig der Verarbeitung des Erfahrungsmaterials, also der Methode unsere Aufmerksamkeit zu schenken, durch welche die Prämissen der Voraussetzungen gewonnen werden. Die roheste Art Regelmäßigkeiten aufzufinden, die zu Vorhersagungen dienen können, ist die einfache Aufzählung von Thatfachen. Sie wird mit mehr oder weniger Kritik von jedermann geübt und viele noch heute verbreitete abergläubische Befürchtungen z. B. die bekannte mit der Zahl 13 in Verbindung gebrachte, sind ihr entsprungen. Als wissenschaftliche Methode wurde sie von Bacon von Verulam, dem Begründer der Methodenlehre, eingeführt; viele wollen sie als solche nicht gelten lassen, aber als Notbehelf an Stelle der nachher zu erörternden Induktion ist sie unentbehrlich da, wo teilweise oder auch völlige Unkenntnis der wirkenden Umstände vorliegt. Die einfache Aufzählung ist vor allem die Methode der Statistik, die jetzt mit Recht besonders in sozialwissenschaftlichen Fragen angewandt wird und welcher man unstreitig viel Aufklärung, ja die einzig mögliche in so verwickelten Dingen verdankt. Die prophetischen Leistungen dieser Methode mögen durch folgende Beispiele gekennzeichnet werden. Vor dem russischen Feldzug erteilte Napoleon dem großen Mathematiker Laplace den Auftrag den Monat größter Kälte in Rußland zu bestimmen. Laplace fand als kältesten Monat den Januar; aber unglücklicherweise fiel 1812 die größte Kälte in den

November und Dezember und Napoleon's Heer war verloren. Der feine Rechner auf dem Schlachtfeld hatte die Bedeutung von Laplace's Bestimmung nicht verstanden. Fragen wir andererseits die Statistik über die Selbstmordfälle in Württemberg, so lehrt sie uns, daß jährlich 0,16 ‰ der Bevölkerung freiwillig in den Tod geht; fast wie mit Naturnotwendigkeit erhält sich diese Zahl Jahr für Jahr und man kann mit Sicherheit vorher sagen, daß auch heuer etwa 330 unserer Volksgenossen freiwillig aus dem Leben scheiden werden. Niemals aber ist es gestattet statistische Resultate zu spezialisieren, wie es Napoleon that; niemand kennt zum voraus jene Unglücklichen. Doch wir haben uns grundsätzlich auf naturwissenschaftliche Vorhersagungen beschränkt und kehren zu diesen zurück. Auch Guericke's Sturmprognose ist nach Bacon'scher Methode gestellt und ebenso gehören ihr alle Wetterprophezeiungen an, die lediglich auf Grund des Barometerstandes gemacht sind. Hier und da tritt bei starkem Fallen des Wetterglases Sturm ein, oft auch nicht. Wir begehen bei solchen Vorhersagungen den Fehler, daß wir von den vielen, teilweise unbekanntem Umständen, die bei der Wettergestaltung mitwirken, willkürlich einen in die Augen springenden herausgreifen und die andern vernachlässigen. Sollen unsere Schlüsse auf Grund der einfachen Aufzählung Wert haben, so müssen wir uns auf den Boden jenes alten Philosophen stellen, dem man in einem Tempel die zur Verherrlichung der Gottheit aufgeschriebenen Namen aller derer zeigte, die, nachdem sie die Gottheit angerufen, vom Schiffbruch errettet worden waren. Als sie der Philosoph gelesen hatte, fragte er nach den Namen derer, die trotz ihres Opfers umgekommen waren. Man hatte sie nicht aufbewahrt. Die Frage jenes Weisen ist durchaus im Geiste der Wahrscheinlichkeitsrechnung gestellt, die wohl als eine der reifsten Früchte modernen Denkens gelten darf und mit deren Entwicklung die unsterblichen Namen eines Euler, Laplace, Gauß für immer verknüpft sind. An Stelle der Gewißheit tritt bei allen Vorhersagungen nach Bacon'scher Methode die Wahrscheinlichkeit, welche ihre mathematische Definition erhält als Verhältnis der einem erwarteten Ereignis günstigen Fälle zur Zahl aller Fälle. So beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß die Wetterprognosen unserer meteorologischen Stationen eintreffen, etwa $\frac{4}{5}$; sie ist also der Gewißheit, deren Symbol die Einheit ist, schon ziemlich nahe gerückt dank der Entdeckung wichtiger Naturgesetze, vor allem des Buys-Ballot'schen Cyklonengesetzes, in den letzten Jahrzehnten. Trotzdem ist kaum zu hoffen, daß die Wettervorhersagungen je aufhören werden dieser niederen Gattung anzugehören; das verschulden unzugängliche Umstände, stabile Gleichgewichtszustände des Luftmeers, die durch ihre Unberechenbarkeit uns das Wetter stets zufällig, launenhaft erscheinen lassen.

Die Prämissen zu den sicheren Vorhersagungen, die Naturgesetze, gehen durch Verallgemeinerung auf Grund des Kausalgesetzes oder durch Induktion aus einer Reihe von Einzelbeobachtungen hervor. Diese bieten sich entweder von selbst dar wie die Himmelercheinungen oder müssen künstlich durch den Versuch herbeigeführt werden wie in der Physik, Chemie, Physiologie u. s. f. Bleiben wir zuerst beim einfachsten Fall stehen, wo nur die 2 im Naturgesetz verknüpften Erscheinungen zusammentreten. Ihr Zusammenhang ist zunächst ein rein zeitlicher, derart daß die eine Erscheinung vorangeht, die andere folgt. Getrieben vom kausalen Bedürfnis verwandeln wir sofort in dem geistigen Abbild, das wir uns vom Vorgang machen, das zeitliche Verhältnis in ein ursächliches und erwarten damit, daß in jedem künftigen Fall dieselbe Reihenfolge mit Notwendigkeit wieder eintritt. Sollte irgendwo oder irgendwann die Reihenfolge umgekehrt sein, so wäre damit eben nur erwiesen, daß das vermeintliche Naturgesetz keins, daß falsch oder ungenau beobachtet ist. Das ist daselbe, was Göthe so treffend zu Eckermann sagt: „Die Natur ist immer wahr, immer gerecht, immer streng, sie hat immer Recht und die Fehler und Irrtümer sind immer des Menschen.“ Ideell genügt also eigentlich ein einziger vollkommen genauer Versuch zur Aufstellung eines Naturgesetzes; aber auch die größte Genauigkeit, die wir erreichen können, bleibt immer nur eine Annäherung an die Wahrheit und macht die Wiederholung nötig. Treten mehr als 2 aber immerhin eine beschränkte und übersichtbare Anzahl von Umständen in den Vorgang ein, so ist er zwar verwickelter,

aber qualitativ doch von derselben Ordnung wie jener einfachste Fall. Es ist dann Sache des Experimentators durch geschickte Anordnung der Versuche, deren hier übrigens mehrere notwendig sind, einzelne der mitwirkenden Umstände auszuschließen und so einen Schluß auf die übrigen zu ermöglichen. Alle auf Naturgesetze gegründeten Voraussetzungen tragen den Charakter der Gewißheit an sich; typisch für sie ist die Pascal'sche für den Puy de Dôme.

Nach ganz anderer Methode müssen endlich diejenigen Erscheinungen bearbeitet werden, bei denen die bestimmenden Umstände sich nicht trennen und untersuchen lassen sei es wegen ihrer unzugänglichen Größe wie in der Astronomie, sei es wegen ihrer unzugänglichen Kleinheit und Menge wie in der Chemie. Hier tritt als methodisches Hilfsmittel die Hypothese ein. Man macht sich von den Vorgängen und Wirkungen der in Betracht kommenden Umstände ein geistiges Bild. Indem man nun die denotwendigen Folgen dieser Bilder meist mit Hilfe der höheren Mathematik entwickelt, d. h. im Bilde den Ablauf der Erscheinungen verfolgt und ihnen voraussetzt, kommt man zu Vorhersagungen, die sich wieder durch direkte Beobachtung prüfen lassen. Bestätigt der Versuch das theoretische Ergebnis, so wird die Hypothese wahrscheinlich gemacht und die Wahrscheinlichkeit wächst mit der Zahl der bestätigten Vorhersagungen. Offenbar haben wir es hier mit einer dritten Klasse von Vorhersagungen zu thun, die, als Prüfstein der Theorie, von höchster wissenschaftlicher Bedeutung sind; es gehören zu ihnen aber auch jene, welche die glanzvollsten Ruhmestitel der Wissenschaft bilden. Vielleicht nie ist eine derartige Prophezeiung mit größerem Jubel in allen Gesellschaftskreisen aufgenommen worden als die Entdeckung des Planeten Neptun durch den französischen Astronomen Leverrier im Jahre 1846, nicht durch das Fernrohr, sondern durch die Kraft der Theorie und Mathematik. Mit Saturn war die Welt für die Alten und für das Mittelalter räumlich abgeschlossen; erst 1781 fand Herschel mit seinem gewaltigen Reflektor einen entfernteren Grenzstein unseres Sonnensystems, den Uranus. Aber schon 40 Jahre nach dieser Entdeckung waren die Astronomen einig, daß bei diesem Planeten noch nicht alles in Ordnung sei. Allerlei Abweichungen zeigten sich an seiner Bahn, die nach Kepler's 1. Gesetz eine glatte Ellipse sein sollte. Wohl mußte man sich sagen, daß die gewaltigen Nachbarn Jupiter und Saturn Störungen veranlassen; aber man konnte sich auch nicht verhehlen, daß ihre Anziehungskraft zur Erklärung nicht genügend sei. Da führte Leverrier als hypothetische Ursache einen großen, unbekanntem, jenseits der Uranusbahn kreisenden Wandelstern ein und bestimmte durch eine scharfsinnige Rechnung, wo dieser Unbekannte für eine gegebene Zeit sich finden müsse. In Paris fehlte damals das geeignete Fernrohr zur Prüfung des Ergebnisses; man wandte sich daher nach Berlin. In der That sahen die dortigen Astronomen schon am 1. hellen Abend, am 23. September 1846, einen kleinen Stern 8. Größe an der angegebenen Stelle, der nicht in ihrem Verzeichnis stand und tags darauf waren sie imstande auch die Eigenbewegung desselben festzustellen: Der gesuchte Planet war gefunden, Leverriers Vorhersagung glänzend bestätigt. Das war ein Sieg, der auch den abgestumpftesten Geist etwas spüren ließ von dem Morgenwind, der mit der steigenden Sonne der Naturwissenschaft zu wehen anhub. Ein ähnlicher Triumph war der Chemie vergönnt durch die Vorhersagung der Existenz mehrerer unbekannter Elemente samt ihren Eigenschaften mittels des von Mendelejeff und L. Meyer aufgestellten periodischen Gesetzes im Jahre 1871: nicht 20 Jahre nachher waren das Germanium, Scandium, Gallium gefunden. In diese Gattung gehört ferner die Vorherbestimmung der Lage des magnetischen Südpols der Erde durch Gauß; wohl steht die Bestätigung der Rechnung des großen Mathematikers noch aus, aber sie ist zweifellos nur eine Frage der Zeit, wenn sich nach Hansen's kühner That die Polarforschung vielleicht künftig mehr dem Südpol zuwendet. Mit Recht bewundert man, um ein letztes Beispiel anzuführen, die Sicherheit mit der Mond- und Sonnenfinsternisse, Merkur- und Venusdurchgänge, Auf- und Untergang der Sonne und des Mondes bis auf Bruchteile einer Sekunde genau jahrelang vorausberechnet werden, lauter Voraussetzungen, die in letzter

Einie sich auf Newton's großartige Hypothese der allgemeinen Massenanziehung stützen. Diese astronomischen Vorhersagungen sind die sichersten, die die Wissenschaft geben kann. Freilich ob Newton's Hypothese der Fernwirkung den wahren Thatbestand angiebt, wir wissen es nicht; Newton selbst glaubte es nicht und die Entwicklung der Elektrizitätslehre seit Faraday und Maxwell spricht dagegen. Was thut's? Die Naturwissenschaft hat nicht die Aufgabe das innerste Wesen der Kräfte und Stoffe zu ergründen; ihre Aufgabe ist erledigt, wenn sie die Erscheinungen auf die einfachste Art beschrieben hat und vorherzusagen kann. Das aber leistet Newton's Gesetz.

Es ist begreiflich, daß die Erfolge der Astronomie dazu geführt haben ihre Methode auch auf die übrigen Gebiete der Naturforschung anzuwenden. Einen Gedanken Demokrit's benutzend stellen wir uns daher heute die ganze Welt als aus Molekülen und Atomen bestehend vor, deren Bewegungen und Lagen wie die der Gestirne durch anziehende Kräfte zwischen den einzelnen Atomen bestimmt werden; man sucht, kurz gesagt, die Naturvorgänge in eine Mechanik der Atome aufzulösen. Gelänge es eine solche astronomische Kenntniss des Weltalls zu erlangen, so wäre für uns der Zustand der Welt in jedem folgenden Augenblick lediglich eine Folge des vorhergehenden, der Zufall wäre verschwunden, es wäre möglich vorherzusagen wohin, um es so auszudrücken, die Welt steuert. Das wäre das höchste Ziel unserer Naturerkenntniss, unserer Vorhersagungen; wir nähern uns ihm, aber erreichen werden wir es nie, nicht aus grundsätzlichen Gründen, sondern wegen der Unmöglichkeit die notwendigen tatsächlichen Angaben zu erhalten und, wenn wir sie hätten, zu übersehen. Begreifen können wir den vollkommenen Geist, der die Zukunft der Welt entschleiern könnte, denn der unsrige gleicht ihm; Laplace hat ihn in seinem »*Traité philosophique des Probabilités*« sich vorgestellt: „Ein Geist“, sagt er, „der für einen gegebenen Augenblick alle Kräfte kennt, welche die Natur beleben, und die gegenseitige Lage aller Wesen, aus denen sie besteht, wenn sonst er umfassend genug wäre um diese Angaben der Analyse zu unterwerfen, würde in derselben Formel die Bewegungen des größten Himmelskörpers und des leichtesten Atoms begreifen: nichts wäre ungewiß für ihn und Zukunft wie Vergangenheit wären seinem Blicke gegenwärtig“. Das Weltganze wäre für ihn, wenn es zu sagen erlaubt ist, nur eine einzige Thatsache und eine große Wahrheit.

Verehrte Versammelte! Wir feiern heute das Geburtsfest Sr. Majestät des Königs. Lassen Sie mich die Wünsche unseres Gymnasiums für unsern edlen Landesherren, den hohen Beschützer von Kunst und Wissenschaft, den gnädigen Gönner unserer Schule in den Ruf zusammenfassen:

Gott schütze, Gott segne, Gott erhalte unseren König!