

Das Messbare
im unbegrenzten Universum.

Von

FRANZ KLEIN,
diplomirter Ingenieur.

Vortrag, gehalten am 7. Jänner 1885.

Wärme, Licht, Elektrizität, Magnetismus, moleculare Anziehung, chemische Verwandtschaft und allgemeine Massenanziehung oder Schwerkraft, das sind die Gruppen, in welche man von lange her die physikalischen Kräfte zerfällte. Wenige Jahre sind es erst, dass die Ansicht, diese Kräfte oder Zustände wären von einander unabhängig, einer besseren Erkenntniss gewichen. Sie alle erscheinen uns als Bewegungen der gewöhnlichen Materie oder eines unwägbaren Stoffes, des Aethers, der unzusammendrückbar den ganzen Weltraum erfüllt, und dessen mechanische Bewegung die Ursache der verschiedenen Erscheinungen darstellt.

Nicht plötzlich, sondern erst nach und nach konnten wir diese Einsicht gewinnen. Wir verdanken dieselbe aber keineswegs der Pflege der reinen Wissenschaft, sondern zum nicht geringen Theile der Anwendung derselben und ihrer Lehren auf die Lösung von Problemen, welche mit dem praktischen Leben im engsten Zusammenhange stehen. Denn dadurch wurde es eigentlich erst möglich, die Versuche, welche nur in ganz beschränktem Masse in der Studirstube des

Gelehrten abgewickelt werden konnten, mit dem Aufwande von grossen Mitteln zu unternehmen, daran Beobachtungen zu knüpfen und hieraus für die Weiterentwicklung der Wissenschaft folgenschwere Schlüsse abzuleiten, Schlüsse, welche ein ganz neues, wissenschaftliches Gebäude erstehen liessen.

Um die Richtigkeit dieser Behauptung zu erweisen, dazu bedarf es nur des Hinweises auf die Entwicklung und Verwendung der Dampfmaschine, die Anwendung der Elektrizität in der Telegraphie und Telephonie, die Umsetzung des elektrischen Stromes in Licht und Bewegung, die Erkenntniss von den chemischen Wirkungen derselben, sowie endlich des Hinweises auf den Umstand, dass die Chemie nur der Anwendung in den Künsten und Gewerben ihre grosse Entwicklung zu verdanken hat. Denn in dem Momente, als man daran ging, sich die verschiedenen Naturkräfte dienstbar zu machen, musste man auf deren rationelle Verwerthung bedacht sein und in Folge dessen auch dem Studium ihrer Wesenheit seine besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Auf diese Weise erkannte man bald den Zusammenhang, in welchem sie zu einander stehen, und gelangte so wider alles Erwarten zu dem Gesetze von der Erhaltung der Energie..

In demselben Masse nun, als sich einerseits diese Einsicht in die Geheimnisse der Naturkräfte mehrte, in demselben Masse erfolgte andererseits wieder die Verwerthung dieser Erkenntniss für das praktische Leben. In dieser Wechselwirkung aber ist der grosse

Fortschritt unserer Tage begründet, in denen sich die grossen Ereignisse auf allen Gebieten menschlichen Schaffens und damit auch die vielfachen Erfolge überstürzen. Diesem anscheinend hastigen Streben Halt zu gebieten, wird Niemandem gelingen, ebensowenig als es auf natürlichem Wege gelingen kann, den Wasserstrom zur Quelle zurückfliessen zu machen.

Wohl haben wir in den Völkern des Islam ein Beispiel, dass es möglich wird, ein Volk, dessen Verfahren zu den aufgeklärtesten des Alterthums gehörten, zu dem unwissendsten zu machen und in dieser Unwissenheit zu erhalten. Indessen gibt es in unseren Tagen nirgends mehr einen Boden für religiösen Fanatismus — und wenn auch Wissen und Aufklärung nicht mit einem Male zu den islamitischen Völkern dringen können, nach und nach wird es der Alles nivellirenden Zeit gelingen, denselben auch dort Eingang zu verschaffen.

Ein halbes Jahrtausend ist seither verstrichen, dass die grosse arabische Völkerfamilie dem fanatischen Rufe „Allah aalam“ Folge leistet, und ihre „Weisen“ es sogar als strafbar erkennen, sich über die gewöhnlichsten Dinge Aufschluss zu verschaffen. Hören wir, welche Antwort dem englischen Niniveh-Forscher Layard zu Theil wurde, der sich an den Kadi von Mossul brieflich gewandt hatte, um bei diesem einige Aufklärungen über die Bevölkerung, den Handel und die Geschichte der Stadt zu erhalten: „O mein berühmter Freund, o Freude der Lebenden! Was Du von

mir verlangst, ist zugleich unnütz und schädlich. . . .
O mein Freund, o mein Lamm, suche nicht das zu wissen, was Dich nicht angeht. . . . Höre, mein Sohn, es gibt keine Weisheit gleich derjenigen, an Gott zu glauben. Er hat die Welt geschaffen. Sollen wir darnach streben, ihm gleich zu kommen, indem wir suchen, in die Geheimnisse seiner Schöpfung zu dringen? — Sieh' jenen Stern, der dort oben um jenen andern Stern kreist; betrachte wieder einen anderen Stern, der einen Schweif nach sich zieht und so viele Jahre braucht zu kommen und so viele Jahre sich zu entfernen. Lass' ihn, mein Sohn; derjenige, dessen Hände ihn gebildet haben, wird ihn schon leiten und lenken.

„Doch, Du wirst mir vielleicht sagen: ‚O Mann, ziehe Dich zurück, denn ich bin gelehrter als Du, und ich habe Dinge gesehen, von denen Du nichts weisst!‘ — Wenn Du meinst, dass diese Dinge Dich besser gemacht, so sei mir doppelt willkommen; ich aber, ich danke Gott, dass ich darnach nicht forsche, was ich nicht zu wissen brauche. Du bist in Dingen unterrichtet, die mir gleichgiltig sind, und was Du gesehen hast, ich verachte es. Wird Dir Dein umfassendes Wissen einen zweiten Magen schaffen, und Deine Augen, die überall hin sich senken und Alles durchstöbern, werden sie Dir ein Paradies aufspüren?

„O, mein Freund, wenn Du glücklich sein willst, so rufe: ‚Gott allein ist Gott!‘ thue nichts Böses, dann wirst Du weder die Menschen noch den Tod fürchten, denn Deine Stunde wird kommen!“ —

Meine Hochverehrten! Wenn wir auch die letzten der hier enthaltenen Lehren beherzigen wollen, so soll uns dies doch nicht hindern, einen Blick in das grosse Weltall zu werfen und uns zu fragen: Was haben wir darin erkannt und was zu erkennen bleibt uns noch übrig? Wir thun dies eingedenk des Dichterspruches:

„Willst Du in's Unendliche schreiten,
Geh' im Endlichen nach allen Seiten.“

Bleiben wir zunächst bei unserer Mutter Erde. Die Geologie gibt uns Aufschluss über die Zusammensetzung, den inneren Bau und die Bildungsgeschichte des festen Theiles der Erdrinde. Namentlich jener Zweig der Geologie, welcher speciell die Bildungsgeschichte unseres Erdballes zum Gegenstande seiner Forschung gemacht hat, die Stratigraphie oder historische Geologie, gibt uns Kenntniss von der Uebereinanderlagerung der Schichten und versucht es, aus den Eigenthümlichkeiten dieser einzelnen Schichten, aus dem Fehlen oder Vorkommen gewisser typischer Petrefacten, aus ihrem petrographischen oder paläontologischen Inhalte auf das Alter der Erde zu schliessen. Vor etwas mehr als hundert Jahren ging man sogar daran, dieses Alter in Jahren auszudrücken, und theilte entsprechend den sieben Schöpfungstagen die Erdgeschichte in sieben Epochen. — Die Dauer der ersten Epoche, in welcher man die Gebirge entstehen liess, wurde auf 2936 Jahre angesetzt. Während der zweiten Epoche, deren Dauer man mit 34.270 Jahren bezifferte, liess man die Erzgänge entstehen. In die dritte Epoche fällt die

20.000jährige Herrschaft des Meeres, aus welchem sich die zahlreichen Muscheln und Fische abgesetzt, deren Reste wir heute im Erdinnern vorfinden. Dar- nach kam eine verhältnissmässig nur kurze Zeit, wäh- rend welcher Feuer und Wasser um die Herrschaft stritten. In dieser vierten Epoche, die 5000 Jahre währte, hatten sich unsere mächtigen Kohlenlager ge- bildet. Sodann kam die Herrschaft der grossen Land- thiere und damit die fünfte, sechste und siebente Epoche, die zusammen 15.000 Jahre währten. Die ersten 5000 Jahre war ihre Heimat in den tropischen Polargegenden, die nächsten 5000 Jahre verbrachten sie in der jetzt gemässigten Zone, um schliesslich bei fortgesetzter Abkühlung des südlichen Theiles des Erd- balles am Aequator ihren Wohnsitz aufzuschlagen. Vor 10.000 Jahren soll Europa, Asien und Amerika noch ein Continent gewesen sein. Da brachen plötzlich von Süden Fluthen ein und trennten die alte von der neuen Welt. Seit etwa 5000—6000 Jahren endlich soll die Herrschaft des Menschen datiren, der auf dem Hoch- gebirge der Tartarei seinen Wohnsitz aufgeschlagen hatte. — Wie die anderen Planeten hat sich auch die Erde aus Sonnensubstanz gebildet. Ursprünglich Gas, von einer Atmosphäre umgeben, in welcher Wasser in Form von Dampf schwebte, kühlte sie sich, die ver- schiedenen soeben geschilderten Prozesse durchma- chend, allmählig mehr und mehr ab, bis sie nach 76 oder 77 Jahrtausenden ihre heutige Form und Gestalt angenommen hatte. Nochmals 76 Jahrtausende —

und alles organische Leben muss in Folge des fortschreitenden Abkühlungsprocesses erstarren, der jüngste Tag und damit auch das Ende der Welt ist für uns Menschenkinder erklärlich.

In diesem flüchtig hingeworfenen Bilde spiegelt sich, wie bereits erwähnt, der Stand unserer Kenntniss auf naturwissenschaftlichem Gebiete vor ungefähr einem Jahrhunderte. Eingehende Versuche wurden eigens zu dem Zwecke angestellt, um die Richtigkeit des soeben Gesagten zu erweisen. Dort, wo die Resultate derselben als Bestätigung dienen konnten, waren sie willkommen, wo sie nicht ausreichten, machte man die Annahme, dass in den uns fernen Zeiten die Naturkräfte in viel gewaltigerer Weise zur Geltung gelangten und auf diese Weise auch Veränderungen hervorbringen mussten, die sich heute nicht mehr vor unseren Augen abzuspielen vermögen. Doch in demselben Masse, als durch die Fortschritte auf technischem Gebiete die Möglichkeit geboten wurde, Experimente in verhältnissmässig grossem Massstabe abzuwickeln, in demselben Masse gelangte man zu der Einsicht, dass es doch der Natur Gewalt anthun hiesse, wollte man bei dieser Ansicht beharren. Auf diese Weise wurde man erst dahin geführt, die Vorgänge, die sich tagtäglich vor unseren Augen abspielen, zu beobachten und aus diesen Vorgängen erst zu erkennen, welche Umwälzungen und in welcher Stetigkeit diese Umwälzungen in früheren Perioden vor sich gingen. Damit gewann man aber auch einen Massstab, auf welchem die 76 Jahr-

tausende, welche das Alter unserer Erde ausdrücken sollten, verschwinden mussten.

Vergegenwärtigen wir uns doch einmal die Wirkung eines Wasserstromes. Von seinem Ursprung an nagt er schon, um das, was er hier mitgenommen, an einer anderen Stelle abzulagern. Langsam, aber stetig ist er an der Arbeit, und was der Wirkung des Wassers allein nicht gelingen will, dort helfen andere Umstände mit, die sich schliesslich in ihrer Wirkung summiren. Der Gedanke liegt nun nahe, dass man durch Beobachtung solcher stetigen Wirkungen auf die Dauer derselben einen Rückschluss zu ziehen vermag. Die in dieser Beziehung unternommenen Versuche — und als solche muss man sie doch wohl bezeichnen — zeigen alle ganz deutlich, dass die Zeiträume, während welchen die Umwälzungen und Bildungen auf und in unserer Erde erfolgten, ausserordentlich lange sind und durch Zahlen ausgedrückt werden müssen, hinter welchen die früher genannten weit zurückbleiben.

Um überhaupt ein Beispiel vorzuführen, weise ich auf den Niagarafall hin, der bekanntlich der Absturz des Eriesees in den Ontario ist. Darüber besteht wohl kein Zweifel, dass dieser Fall sich erst in der Diluvialzeit gebildet. Aus dem Zurückschreiten desselben gegen den Eriesee hat man berechnet, dass seit dem Schlusse der Diluvialzeit mehr als eine Million Jahre verflossen wären. Ohne auf die Verlässlichkeit der hier genannten Zahl irgend welchen besonderen Werth zu legen, vermag uns dieselbe doch zu sagen, dass 6000 Jahre,

welche man als das Alter des Menschengeschlechtes angibt, gegenüber der Wahrheit ganz verschwinden, und dass, sofern wir derselben Rechnung tragen wollen, wir für die Bildung unserer Erde Zeiträume anzunehmen haben, für die wir ebensowenig Zahlen auszusprechen, als wir dieselben unserer Vorstellung zugänglich zu machen vermögen. Hieraus ersehen wir, dass wir den geologischen Begriff Zeit thatsächlich unserem Verständniss erst näher zu bringen versuchen müssen; denn die Jahrtausende historischer Forschung, die hinter uns liegen, verschwinden auf dem Massstabe geologischer Forschung wie das Sandkorn in der Wüste.

Versuchen wir es nun mit dem Begriffe des Raumes. In aller Pracht und Herrlichkeit wölbt sich über unseren Häuptern das schöne Himmelsgewölbe. Das naive Gemüth betrachtete noch vor Copernicus diese herrliche Kuppel zur Erde gehörig, auf welcher sich die einzelnen Sterne, verschieden an Grösse und Farbe, projecirten. Mitten darin befand sich die Erde; alle Sterne, mit Ausnahme der wenigen Planeten, schwebten in gleichen, nicht gar zu grossen Entfernungen im Weltraume. — Doch plötzlich musste diese Vorstellung weichen. Copernicus wagte es, die Erde in ihrer durch Jahrtausende bewahrten Ruhe zu stören und wies ihr eine Bahn an, deren scheinbarer Halbmesser in runder Zahl 150 Millionen Kilometer beträgt. Wir, die Erdbewohner, die an dieser Bewegung theilnehmen, befinden uns also in Zeiträumen, die um ein halbes Jahr

von einander abstehen, an Orten im Weltraume, die um beiläufig 300 Millionen Kilometer von einander entfernt sind. Welche Beobachtung machen wir aber, sofern wir uns in einem Wagen rasch bewegen und die rings um uns befindlichen Gegenstände, Bäume, Häuser etc. betrachten? — Es scheint uns, als ob wir stille ständen und diese sich bewegen würden, und zwar ist diese scheinbare Ortsveränderung eine um so grössere, je näher sich diese Gegenstände befinden. Wir bemerken aber auch, dass mit der Annäherung an die einzelnen Gegenstände dieselben uns grösser erscheinen.

Welche Beobachtungen konnte man aber an den Fixsternen machen? — Auf dieser Wanderung, welche wir während eines Jahres durchzumachen haben, war keine messbare Ortsveränderung der Gestirne weder mit freiem, noch mit bewaffnetem Auge zu beobachten; auch ihre Grösse, ihr scheinbarer Durchmesser blieb unverändert. Der Schluss auf deren unendliche Entfernung und die Unendlichkeit des Raumes war nun bald gemacht.

Doch der nimmermüde, nach Wahrheit strebende menschliche Geist konnte sich mit dieser Erkenntniss nicht zufrieden geben. Er forschte weiter, und das Resultat seiner Forschung war, dass bei einigen wenigen (15—20) Sternen durch directe Messungen ganz geringe Ortsänderungen gefunden wurden — Ortsänderungen, die unter dem Namen der jährlichen Parallaxe bekannt sind. Doch bleiben alle diese Aenderungen unter einer Bogensecunde.

Was bedeutet aber eine jährliche Parallaxe von einer Bogensecunde? — Die Antwort auf diese Frage erhält man durch Auflösung eines rechtwinkligen Dreieckes, dessen eine Kathete der Halbmesser der Erdbahn, also rund 150 Millionen Kilometer, und der derselben gegenüber liegende spitze Winkel gleich der jährlichen Parallaxe, also in unserem Falle im Maximum gleich einer Bogensecunde ist. Als Entfernung eines solchen Sternes ergeben sich 30 Billionen Kilometer, das ist also eine Entfernung, die 200.000 mal grösser ist als die Entfernung der Erde von der Sonne. Für diese Berechnung wurde angenommen, dass die Basis der Messung der Erdbahnhalbmesse wäre; nun ist es aber thatsächlich der Erdbahndurchmesser, woraus also folgt, dass der uns nächste Fixstern wenigstens 60 Billionen Kilometer von unserer Erde entfernt ist.

Das Licht ist der eigentliche Bote, welcher uns auch von den fernen Welten, die in dem weiten Raume schweben, Kunde bringt. Aus Versuchen, die in ausgedehntem Masse angestellt wurden und über die ich vor ungefähr zwei Jahren von dieser Stelle aus gesprochen, wissen wir, dass sich dasselbe mit einer grossen Geschwindigkeit im Raume fortbewegt, nämlich rund 300.000 Kilometer in der Secunde. — Sie kennen, meine Hochgeehrten, die Geschwindigkeit eines Eilzuges, oder haben, richtiger gesagt, sich dadurch eine Vorstellung von derselben machen können, dass Sie mit senkrecht gegen die Bahnstrecke gerichtetem Blicke den Eilzug an sich vorüberfahren liessen. Dessen

Geschwindigkeit beträgt 14 Meter, d. i. also 0·014 Kilometer in der Secunde. Nun beträgt aber die Erdbahn, d. i. der Weg, den die Erde in ihrem jährlichen Kreislaufe um die Sonne zurücklegt, rund 936 Millionen Kilometer; ihre Geschwindigkeit pro Zeitsecunde beträgt, nachdem das Jahr ungefähr 31·5 Millionen Zeitsecunden umfasst, rund 30 Kilometer. Es bewegt sich also die Erde in ihrer jährlichen Bahn 2000mal rascher als der Eilzug, und 10.000 mal rascher als die Erde bewegt sich das Licht.

Um von der Sonne zu uns zu gelangen, bedarf das Licht beiläufig 8 Minuten 13 Secunden. Um uns aber von dem nächsten Fixsterne Kunde zu bringen, dazu bedarf es schon mehr als drei volle Jahre.

Indem wir diese Zahl aussprechen, müssen wir uns gegenwärtig halten, dass dieselbe keinerlei Anspruch mehr auf irgend welche Genauigkeit erheben darf, sowie wir überhaupt nicht vergessen dürfen, dass in dem Momente, in dem wir uns aus dem Reiche der Planeten in jenes der Fixsterne begeben, hinsichtlich der Entfernungen nur Zahlen gelten, die aus Wahrscheinlichkeitsschlüssen abgeleitet wurden. Aber selbst hier müssen wir schon einen anderen Massstab zu gewinnen suchen.

Im Planetenreiche messen wir bereits nach Erdweiten und verstehen darunter die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne. Im Fixsternreiche hingegen messen wir nach Lichtjahren, darunter jene Strecke verstanden, welche das Licht in derselben Zeit

zurücklegt, in welcher die Erde einen Umlauf vollendet. Die Länge eines Lichtjahres beträgt demgemäss 63.400 Erdweiten = 9,467.280,000.000 Kilometer.

Aus meinem Vortrage über den Venusdurchgang des Jahres 1882 dürfte Ihnen noch erinnerlich sein, mit welcher Genauigkeit wir die Sonnenentfernung kennen. Die Unsicherheit beträgt nämlich 700.000 Kilometer. Mit dieser Unsicherheit sind also alle Angaben im Reiche der Planeten behaftet, und da der Massstab im Fixsternreiche jenem des Planetenreiches entlehnt ist, so überträgt sich diese Unsicherheit auch auf dieses, ist also mehr als 63.000 mal grösser. Wenn wir demgemäss durch Wahrscheinlichkeitsschlüsse zu erui- ren vermögen, dass der Durchmesser der Milchstrasse 40.000 Billionen Kilometer beträgt, und wir ferner finden, dass die Milchstrasse von uns ungefähr halb so weit, also 20.000 Billionen Kilometer entfernt ist, das Licht demzufolge nahezu 2000 Jahre braucht, um von dort zu uns zu gelangen, so dürfen wir beim Aussprechen dieser Zahlen niemals vergessen, mit welch' grosser Unsicherheit dieselben behaftet erscheinen. Sei dem aber wie immer. Diese Zahlen vermögen uns, wenn auch nicht den richtigen Begriff von der Grösse der Entfernung zu geben, so doch uns zu sagen, dass diese Distanzen gegenüber unserer irdischen Vorstellung wohl sehr gross, aber noch immer nicht unendlich sind.

Dass es in dem grossen Sternreiche nicht ohne gewaltige Revolutionen abgeht, ist bekannt. Was wir mit unserem leiblichen, bewaffneten oder unbewaffneten

Auge sehen, ist nach dem Gesagten ein Bild, wie es der himmlische Bote, das Licht, auf unsere Netzhaut zeichnet, das aber von der momentanen Wirklichkeit sich viel unterscheiden kann. Denn da Tausende von Jahren nothwendig sind, damit das Licht von den weit entfernten Fixsternen uns Kunde zu bringen vermag, so können ja solche Fixsternwelten bereits lange vor Christi Geburt verschwunden sein, ohne dass wir hievon noch irgend welche Kenntniss erhalten hätten.

Die hier genannten Zahlen zu eruiren war nur mit Hilfe von Instrumenten möglich. Mit ihrer Vervollkommnung wächst auch die Sicherheit der ermittelten Werthe. Ich glaube wohl am besten die Leistungsfähigkeit dieser astronomischen und geodätischen Hilfsmittel zu demonstriren, wenn ich Ihnen in aller Kürze darlege, wie es möglich geworden, die Genauigkeit in der Winkelmessung, und um diese handelt es sich zunächst, bis auf Bruchtheile von Bogensekunden zu steigern. Ich setze an dieser Stelle voraus, dass die allgemeine Einrichtung eines solchen winkelmessenden Instrumentes bekannt ist. Eine einfache Ueberlegung zeigt, dass durch directe Ablesung des nach Graden und Minuten getheilten Kreises nicht viel zu erreichen ist; denn wenn auch durch Vergrößerung des Durchmessers desselben die lineare Entfernung der Theilstriche wächst, so wächst damit auch das Gewicht des Instrumentes in viel höherem Masse und deshalb auch dessen Unhandsamkeit, die zu dem erzielten Erfolge ausser Verhältniss steht. Ein einfaches Beispiel wird

dies erhärten. Bei einem Kreise von

160 mm. 320 mm. Durchmesser

beträgt der Umfang

502 mm. 1005 mm.

also die lineare Grösse von

$1^0 = 1.4$ mm. $1^0 = 2.8$ mm.

$1' = 0.023$ " $1' = 0.047$ "

$1'' = 0.0004$ " $1'' = 0.0008$ "

Diese Zahlen sprechen ganz deutlich, dass selbst eine directe Theilung nach Minuten nicht ausführbar erscheint. Man musste deshalb nach anderen Hilfsmitteln sinnen und fand dieselben schon viel früher im Nonius, in späterer Zeit im Schrauben- oder Ablesemikroskop.

Ich will es versuchen, das Princip des letzteren zu Ihrem Verständnisse zu bringen. Denken wir uns ein Winkelinstrument, dessen directe Theilung von 10 zu 10 Minuten fortschreitet. Wir betrachten diese Theilung mit Hilfe eines Mikroskops, welches senkrecht über derselben angebracht ist. An jener Stelle im Mikroskop, an welcher das Bild der Theilung entsteht, bringen wir, ähnlich dem Fadenkreuz im Fernrohr, einen Faden an, den wir mit Hilfe einer Schraube parallel zur Theilung hin und her bewegen können. Ist die Ganghöhe dieser Schraube so gewählt, dass wir genau zehn volle Umdrehungen derselben benöthigen, um den Faden von einem Theilstrich des Kreises zum andern zu führen, so entspricht einer Umdrehung der Schraube eine Bogenminute. Denken wir uns nun noch im Fernrohr unmittelbar an der Stelle des Fadens

(unterhalb desselben) einen gezahnten Zählapparat, den sogenannten Rechen, der mit demselben Schraubenschneidzeug geschnitten ist wie die Schraube, so wird nothwendigerweise, sofern bei der Ausgangsbewegung der Faden am Anfange des Rechens, am Nullzahn, gestanden, derselbe nach einer vollen Umdrehung am nächsten, nach zwei Umdrehungen am zweiten . . . , nach zehn Umdrehungen am Ende des Rechens, am zehnten Zahn, sich befinden müssen. Es zählt also thatsächlich der Rechen die Anzahl der Schraubenumdrehungen. Wenn ferner noch mit der Schraube eine Trommel in Verbindung und deren Umfang in 60 Theile getheilt ist, so liest man, nachdem, wie gezeigt, einer vollen Schraubenumdrehung eine Bogenminute entspricht, an dieser Trommel, entsprechend jedem Sechzigstel einer Umdrehung, Bogensekunden ab. — Nehmen wir nun an, es wird eine Messung vollzogen, so wird im Allgemeinen der Fall eintreten, dass im Mikroskop kein Theilstrich an einem Zahn des Zählrechens erscheint. Nachdem aber die Adjustirung des Mikroskops so vorgenommen wurde, dass, wenn der Faden am Nullzahn sich befindet, die Lesung an der Trommel „Null“ ist, so gibt die einfache Abzählung der dem Nullzahn folgenden Spitzen der Zähne bis zu dem am Rechen erscheinenden Theilstriche die Anzahl der Bogenminuten; wird nun der Faden mit Hilfe der Schraube auf den Theilstrich selbst eingestellt, so gibt die Ablesung an der Trommel die Secundenzahl. Da wir aber auch noch im Stande sind, ein Zehntel des Intervalles zwischen zwei Theilstrichen

an der Trommel zu schätzen, so können wir auf diese Weise die Ableitung bis auf ein Zehntel einer Bogensekunde vornehmen, was linear auf einen Kreis von 320 mm. Durchmesser übertragen 0·00008 mm. entspricht.

Das fortgesetzte Studium im Reiche der Natur führte uns aber nicht blos zu der Erkenntniss von der Grösse des Raumes, sondern auch zur Kenntniss der Beschaffenheit der in ihm kreisenden Weltkörper.

Welche Erscheinung sich uns darbietet, wenn wir in einen verfinsterten Raum durch eine schmale Spalte einen Sonnenstrahl einfallen, denselben sodann ein Glasprisma passiren lassen und das so entstehende Strahlenbüschel auf einem weissen Schirme auffangen, ist allgemein bekannt. Das weisse Sonnenlicht wurde in seine farbigen Bestandtheile zerlegt, wovon uns das farbenprächtige Band, das Spectrum, Zeugnis gibt, das vom Roth in's Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Indigo durch die verschiedenen Nuancen bis zum Violett fortschreitet. Betrachten wir aber dieses Spectrum im Fernrohr, so bemerken wir dasselbe durch schwarze, anscheinend regellos vertheilte Querlinien gestreift, deren genaues Studium uns das Geheimniss der Zusammensetzung der Weltkörper löste.

In welcher Weise dies möglich geworden, will ich nur noch in Kürze darzulegen mich bemühen. Wenn wir z. B. in eine Weingeistflamme einige Körnchen von Kochsalz, das seiner chemischen Zusammensetzung nach bekanntlich Chlornatrium ist, streuen, so entwickeln sich Natriumdämpfe. Betrachten wir diese

Flamme durch ein Spectroskop, so wird uns in diesem eine helle gelbe Doppellinie erscheinen, welche dem glühenden Natriumdampf eigenthümlich ist und sich so lange unserem Auge, und zwar an einer ganz bestimmten Stelle darbietet, so lange sich auch nur eine Spur von Kochsalz, beziehungsweise von Natrium in der Flamme befindet. Gerade so als diese gelbe Linie das Natrium charakterisirt, charakterisiren z. B. eine grüne Linie das Thallium, eine rothe und eine orangefarbene das Lithium, eine lichtblaue und eine dunkelblaue das Indium, eine rothe, eine grünblaue und eine blaue den Wasserstoff, während sich das Eisen durch eine sehr grosse Anzahl verschiedenfarbiger Linien verräth. Wir können nun umgekehrt bei Beobachtung einer Flamme aus dem Vorhandensein dieser Linien den Schluss ziehen, dass in derselben jene Stoffe verbrennen; das heisst in glühenden Dampf verwandelt werden, welchen diese Linien eigenthümlich sind.

Sofern wir aber feste oder flüssige Stoffe zum Weissglühen erhitzen und durch das Spectroskop betrachten, so zeigt uns dieses ein durch alle Farbennuancen fortlaufendes Band, das an keiner Stelle eine Unterbrechung aufweist. Lassen wir aber dieses Licht, bevor es in unser Auge, beziehungsweise ins Spectroskop gelangt, z. B. Natriumdampf passiren, so wird in dem regenbogenfarbigen Band genau an jener Stelle, an welcher wir früher bei Beobachtung des glühenden Natriumdampfes die helle gelbe Doppellinie bemerkten, das Gelb ausgelöscht und eine schwarze Linie er-

scheinen; überhaupt werden wir immer dann, wenn wir das Licht weissglühender Körper durch Gasmassen leiten, im Spectroskop genau an jener Stelle, an welcher die letzteren im selbstleuchtenden Zustande helle Lichtlinien zeigen, solche schwarze Linien beobachten können. Wir sind also auf diese Weise in der Lage, durch einen einzigen Blick ins Spectroskop zu sagen, dass sich zwischen dem Lichte und dem Beobachter Gasmassen von bestimmter Zusammensetzung befinden. Wir nennen diese Erscheinung die Umkehrung des Spectrums und ein solches Spectrum selbst (im Gegensatze zum Gasspectrum) das Absorptionsspectrum.

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung wieder zur Sonne, deren Spectrum wir vorhin betrachtet, zurück. Wir überzeugen uns bald, dass die in demselben erscheinenden dunklen Linien unseren irdischen Elementen angehören, und schliessen daraus mit vollem Rechte, dass alle diese Stoffe um die Sonne herum in Gasform vorkommen müssen. Da aber viele derselben nur bei grosser Hitze, und zwar in sehr geringer Menge in diesen Aggregatzustand übergehen, so schliessen wir weiter, dass dieselben nur unter dem Einflusse einer sehr grossen Hitze in Dampfform erhalten werden können. Die Sonnenatmosphäre ist also aus solchen glühenden Metalldämpfen gebildet. Wir sind auf diese Weise zu der Erkenntniss gelangt, dass wir auf der Sonne, oder wenigstens auf dem unserer Untersuchung zugänglichen Theile derselben, nur jene Stoffe zu suchen haben, aus welchen sich unsere Erde zusammensetzt,

die gleich den übrigen Planeten sich durch Abtrennung von der grossen Sonnenmasse gebildet.

Das Spectroskop vermag uns aber auch über die Zusammensetzung der Fixsterne Aufschluss zu geben. Wir erkennen durch dasselbe, dass die weitaus grösste Zahl derselben rücksichtlich ihres Aufbaues mit der Sonne übereinstimmt. Ein kleiner Theil, die sogenannten rothen Sterne, unterscheidet sich insoferne, als auf ihrer Oberfläche Stoffe nachgewiesen wurden, die wir in dem Spectrum der Sonne bisher nicht aufzufinden vermochten. Endlich gibt es eine kleine Anzahl von Fixsternen, deren Spectrum sowohl helle als dunkle Linien aufweist. Und bei diesen gestatten Sie mir noch einige Augenblicke zu verweilen.

Es muss gewiss dem denkenden Menschengenosse überraschend erscheinen, am Firmamente einen Stern plötzlich aufleuchten zu sehen. Dort, wo das bewaffnete Auge sonst nur mit Mühe ein kleines Lichtpünktchen wahrzunehmen vermag, verräth heller Glanz schon dem freien Auge die Existenz eines Weltkörpers, der unser Interesse umsomehr fesselt, als seit Menschengedenken kaum zwanzig solcher Erscheinungen verzeichnet werden können. Ich will an dieser Stelle nur des Tychonischen Sternes Erwähnung thun, weil vielfach die Vermuthung ausgesprochen wird, derselbe wäre identisch mit jenem Sterne, welcher den Weisen aus dem Morgenlande geleuchtet und ihnen den Weg zur Geburtsstätte des Weltheilandes gewiesen hätte.

Wir haben keinen Grund, rücksichtlich dieses Sternes die Worte der Bibel nicht buchstäblich zu nehmen. Ist aber den Weisen aus dem Morgenlande ein Stern erschienen, der „vor ihnen herging“ und endlich verschwand, dann kann es kein Komet gewesen sein, nachdem Kometen seit jeher als Vorboten schlimmer Ereignisse galten, und es daher vollständig ausgeschlossen bleiben muss, dass die heilige Schrift einen Kometen mit der Geburt Christi in Verbindung gebracht hätte. Uebrigens, wäre ein solcher erschienen, diese Thatsache wäre uns gewiss übermittelt worden. Es bleibt also nur die Möglichkeit eines Fixsternes übrig. Nachdem aber dieser Stern die heiligen drei Könige aus dem Morgenlande nach Palästina führte, so musste er ungefähr gegen Nordwesten sichtbar gewesen sein, und da er auch tagsüber sichtbar blieb, so muss es ein Circumpolarstern gewesen sein.

Ein solcher ist aber jener veränderliche Stern, der am 11. November 1572 von dem berühmten Astronomen Tycho de Brahe in der Kassiopea beobachtet wurde. Es war „ein strahlender Fixstern von nie gesehener Grösse“, der auch Mittags (mit freiem Auge) gesehen werden konnte, vier Monate später aber sich von einem Sterne erster Grösse nicht mehr unterschied, um im März 1574 gänzlich zu verschwinden. Wie haben wir uns so geheimnissvolles Treiben zu erklären?

Die in den Jahren 1866 und 1876 erschienenen neuen Sterne gaben uns Gelegenheit, das Spectroskop zu befragen. Und dieses zeigte sowohl das Absorptions-

als auch das Gasspectrum, was zu dem Schlusse berechtigt, dass diese Sterne nicht bloß die Zusammensetzung der übrigen Fixsterne besitzen, sondern zur Zeit dieser Beobachtung von einer mächtigen glühenden Gashülle, zumeist aus Wasserstoff bestehend, umgeben sein müssen. Woher aber die letztere? — Die Wasserstoffentwicklung an und für sich ist nicht das Phänomenale, sondern die rapide Entwicklung der ungeheuren Quantitäten, die eine gewaltige Temperatursteigerung voraussetzen, welche nicht anders als durch den Zusammenstoß zweier Welten erklärt werden kann.

Auf Grund der gemachten Beobachtungen ist man zu der Annahme berechtigt, dass einigen der neuen Sterne eine Periodicität von kleinerer oder grösserer Dauer zukommt. Nun erzählen uns aber die Chroniken, dass in den Jahren 945 und 1264 ebenfalls so hell aufleuchtende Sterne zu sehen waren, als Tycho in der Kassiopea im Jahre 1572 beobachtet hatte. Ist es richtig, dass diese Erscheinungen sich auf ein und denselben Stern beziehen, dann hätten wir hier Perioden von 300 bis 320 Jahren zu verzeichnen; und wenn wir einerseits hinter das Jahr 945 um drei Perioden zurückgehen, so gelangen wir auf das Jahr der Geburt Christi, also auch zum Stern der heiligen drei Könige, andererseits aber, wenn wir um eine Periode vorausseilen, eröffnet sich uns für die nächsten Jahre die Aussicht auf dieselbe Erscheinung und damit auch die Hoffnung auf weitere Erforschung der Wahrheit.

Gerne hätte ich an meine bisherigen Ausführungen noch einige Worte über die Doppelsterne angeschlossen. Indessen ist die Zeit schon zu weit vorgeschritten, so dass ich dem Schlusse zueilen muss.

Ich habe es versucht, theils auf Grundlage exacter Forschungsergebnisse, theils fussend auf denselben, mit Zuhilfenahme von Hypothesen unseren Geist bis in die fernsten Regionen schweifen zu lassen, bis er an jener Pforte angelangt ist, vor der er stille stehen muss, vor der Unendlichkeit. Wir haben erkannt, dass dort oben in dem unermesslichen Weltraume dieselben Kräfte herrschen als auf unserem Planeten, und dass die Millionen von Sternen, welche in sicheren Bahnen um ihre Sonnen kreisen, von derselben unsichtbaren Hand geleitet und regiert werden, welche die stille Poesie des Mondes in unsere Seele fliessen lässt. — Schon auf der niedrigsten Culturstufe stehend hat der Mensch instinctmässig erkannt, dass ein Zusammenhang zwischen den auf unserer Erde und im grossen Weltraume waltenden Kräften bestehen muss, denn sein Schicksal liess er von dort oben regieren, wohin das fromme und gläubige Gemüth die Gottheit versetzte, die ebenso den befruchtenden Regen spendet, als mit dem rächenden Donnerkeil ihr Opfer trifft. Mit der bleichen und fremdartigen Gestalt eines Kometen, der Zuchtruthe Gottes, verknüpfte er Krieg und Ungemach, mit dem plötzlichen Aufblitzen eines helleuchtenden Sternes hingegen das Herannahen freudiger Ereignisse. Noch heute ist es der feste Volksglaube, dass die

geheimsten Wünsche des Menschen in Erfüllung gehen, sobald in dem Momente, als sie gehegt werden, ein Stern zur Erde fällt, d. h. eine Sternschnuppe vorüberschiesst.

Dem geistigen Auge des Forschers ist es gelungen, ausspähend nach diesen fernen Welten, theils ihren Lauf zu bestimmen, theils ihre Natur zu ergründen — und wenn der Mensch durch die grossen Erfolge, die er errungen, belehrt, zu der Erkenntniss gelangen musste, dass die Unendlichkeit auch dem Forschergeiste Grenzen zu stecken weiss, so wird er in dem Er-rungenen vollauf Trost und Befriedigung zu finden wissen, denn:

Nie hat der Geist des Menschen mehr gegläntzt,
Als da er unbekante Welten mass,
Da er in jenen Höhen unbegrenzt
So wie in einem off'nen Buche las;
Den Himmel hat er zu sich hergezogen,
Den Schleier sich gelüftet von den Fernen,
Und wenn sein Geist ihm überall gelogen,
Dort fand er ewige Wahrheit — in den Sternen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Franz

Artikel/Article: [Das Messbare im unbegrenzten Universum. 685-710](#)