Astronomische Bemerkungen.

Von Assessor Jos. v. Hagens.

Vor einiger Zeit las ich in einem Düsseldorfer Blatte einen Artikel mit der Ueberschrift „Aus dem Kalendarium", worin die Thatsache, daß wir die Sonne gegenwärtig zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche (am 21. März) im Sternbilde der Fische stehen sehen, während sie vor 2000 Jahren um diese Jahreszeit im Sternbilde des Widders stand, so gedeutet wurde, als sei dies eine Folge des Fortschreitens der Sonne nebst der Erde und den übrigen Planeten im Kreislaufe um eine Centralsonne, angeblich der Cassiopeja.

Daß diese Darstellung eine unrichtige sei, fiel mir sofort auf; denn trotz jener längst bekannten Thatsache ist es den Astronomen erst in jüngster Zeit gelungen, festzustellen, daß die Sonne eine fortschreitende Bewegung habe; diese Bewegung ist aber sehr geringfügig im Vergleich zu der ungeheuern Entfernung der Sterne.

Jener Artikel gab mir vorzüglich die Veranlassung nachzuforschen, worin die wirkliche Ursache jener Erscheinung bestehe und inwiefern dieselbe im Zusammenhange stehe mit einigen andern periodischen Veränderungen, welche die gegenseitige Stellung der Erdbahn, der Erdachse und der Sternenwelt betreffen. Es wurde mir nicht leicht, dasjenige, was ich hierüber in den Werken von Maedler und v. Littrow fand, in ein klares Bild zusammenzufügen, theils weil die betreffenden Angaben nicht übersichtlich zusammengestellt sind, sondern in verschiedenen Abschnitten abgehandelt werden, theils wegen der für einen Laien schwer verständlichen Sprache der Astronomen. Für Letzteres führe ich als Beispiel folgenden Satz an: „Die Länge des Perihels wächst jährlich um 0,003276°." Die meisten Leser werden diesen Satz anfangs entweder gar nicht verstehen, oder ihm die unrichtige Bedeutung beilegen, als würde die Erdbahn oder die Entfernung der Erde von der Sonne jährlich größer.

Da die erwähnten periodischen Veränderungen nicht nur ein allgemein wissenschaftliches Interesse haben, sondern auch für das Klima

auf der Erde theilweise von Bedeutung sind, wird es für viele Leser nicht unwillkommen sein, wenn ich das aus jenen Werken Zusammengestellte auf eine auch für den Nichtastronomen verständliche Weise hier mittheile.

Es wird angemessen sein, einige allgemeine Angaben über den Lauf der Erde um die Sonne vorauszuschicken. Diese Angaben enthalten zwar nichts Neues, sie dürften aber für einige Leser nicht so ganz geläufig sein und jedenfalls das Verständniß des Nachfolgenden erleichtern.

Bekanntlich bewegt sich die Erde im Laufe eines Jahres einmal um die Sonne herum und dreht sich während dieses Umlaufs beständig um ihre Achse, nämlich einmal innerhalb 24 Stunden und ungefähr $365\frac{1}{4}$ Mal während des ganzen Jahresumlaufs. Die Umlaufsbahn der Erde bildet eine Ellipse von ziemlich rundlicher Gestalt. Jede Ellipse hat bekanntlich zwei Mittelpunkte, welche bei einer länglichen Ellipse weiter auseinander liegen und deren Entfernung um so geringer ist, je mehr die Ellipse sich der Kreisform nähert. Die Sonne steht in einem der beiden Mittelpunkte der Erdbahn und ist deßhalb der einen Hälfte der Ellipse etwas näher als der andern. Den durch die beiden Mittelpunkte der Ellipse gezogenen längsten Durchmesser nennt man die lange Achse. Der eine Endpunkt der langen Achse ist derjenige Punkt der Erdbahn, worin die Erde der Sonne am nächsten steht; in dem andern Endpunkte steht sie der Sonne am fernsten. Man nennt deßhalb diese Punkte der Erdbahn Sonnennähe oder Perihelium und Sonnenferne oder Aphelium. Die größere oder geringere Entfernung von der Sonne an den verschiedenen Punkten der Erdbahn bewirkt keine (oder höchstens eine sehr unerhebliche) Vermehrung oder Verminderung der Wärme auf der Erde. Wir befinden uns vielmehr gegenwärtig am 1. Januar in der Sonnennähe und am 2. Juli in der Sonnenferne. Die Verschiedenheit der Jahreszeiten rührt hingegen her von der schiefen Stellung der Erdachse zur Erdbahn. Stände die Erdachse senkrecht auf der Erdbahn und fiele somit der Aequator mit der Erdbahn, der Ekliptik zusammen, so würde die Länge der Tage und die Temperatur während des ganzen Jahres dieselbe bleiben. Die Erdachse hat aber eine solche Stellung, daß der Erdäquator, auf welchem die Erdachse senkrecht steht, mit der Erdbahn oder Ekliptik einen Winkel von beinahe $23\frac{1}{2}$ Grad bildet. Die Erdachse behält sowohl während der täglichen Umdrehung, als während des jährlichen Umlaufs um die Sonne dieselbe Lage, so daß die Verlängerung der Achse stets dieselben Punkte des Himmels treffen würde. Diese Punkte nennt man deßhalb Polarpunkte und den ganz

nahe bei dem nördlichen Punkte befindlichen Stern Polarstern. Eine nothwendige Folge der schiefen Stellung der Erdachse ist, daß während eines Theils des jährlichen Umlaufs die nördlich vom Aequator gelegene Erdhälfte, während des andern Theils die südliche Erdhälfte mehr der Sonne zugewandt ist. Die betreffende Erdhälfte wird zu dieser Zeit während eines größeren Theils der täglichen Umdrehungszeit von der Sonne beschienen, sie hat also längere Tage und wird außerdem von den Sonnenstrahlen unter größern Winkeln getroffen, wodurch sie mehr erwärmt wird; die andere Hälfte hat während derselben Zeit kürzere Tage und geringere Wärme. In dem Moment, wo der eine Pol der Sonne am meisten zugewandt, der andere am meisten abgewandt ist, hat die eine Hälfte den längsten Tag (Sommersolstitium), die andere den kürzesten Tag (Wintersolstitium). Es werden hierfür auch die Ausdrücke Sommer- und Winteranfang gebraucht; diese Ausdrücke stimmen jedoch nicht genau mit dem gewöhnlichen Sprachgebrauch, welcher den Anfang der Jahreszeiten der Witterung gemäß etwas früher datirt; in der Mitte des December wird doch Jedermann denken, daß es nicht mehr Herbst sei, sondern der Winter bereits angefangen habe.

Den Uebergangspunkt zwischen den beiden Theilen der Erdbahn, worin die eine oder die andere Hälfte der Erde der Sonne mehr zugewandt ist, bilden die Punkte der Tag- und Nachtgleiche. An diesen Punkten werden beide Erdhälften gleichmäßig von der Sonne beleuchtet, nämlich während der Hälfte der täglichen Umdrehungszeit von Morgens 6 bis Abends 6 Uhr; die Sonne steht alsdann senkrecht über dem Erdäquator und somit steht auch die Verbindungslinie zwischen Sonne und Erde senkrecht auf der Erdachse.

Gegenwärtig tritt die Frühlingstag- und Nachtgleiche am 21. März und die Herbsttag- und Nachtgleiche am 23. September ein; man nennt dies auch den Frühlings- und Herbstanfang. Zählt man die Tage vom 21. März bis 23. September zusammen, so ergiebt sich, daß dieser Zeitraum, worin unsere nördliche Erdhälfte der Sonne mehr zugewandt ist, 186 Tage enthält, der Zeitraum hingegen, worin unsere Erdhälfte der Sonne mehr abgewandt ist, nur 179 Tage; der erste Zeitraum, oder Frühling und Sommer zusammen, dauert bei uns also 7 Tage länger, als der zweite oder als Herbst und Winter zusammen.

Derjenige Punkt am Himmel, wo wir zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche die Sonne stehen sehen, heißt Frühlingspunkt. Dieser Punkt ist für die Astronomen besonders wichtig, weil sie von demselben aus die astronomischen Längengrade abzählen.

Nachdem ich diese allgemeinen Angaben über den Lauf der Erde vorausgeschickt habe, gehe ich zu den einzelnen Veränderungen über, welchen dieser Lauf innerhalb Perioden von tausenden von Jahren unterworfen ist und mache den Anfang mit der Veränderung des Frühlingspunktes.

Wenn die Erde in ihrem Laufe im Punkte der Frühlingsnachtgleiche gewesen ist, so müßte der Regel nach die folgende Frühlingsnachtgleiche alsdann eintreten, nachdem die Erde gerade einmal ihre ganze Bahn um die Sonne durchlaufen hat. Es ist aber eine von den Astronomen festgestellte und schon vor 2000 Jahren beobachtete Thatsache, daß die nächst folgende Frühlingsnachtgleiche etwas früher eintritt, und zwar um ungefähr $50^1/_4$ Secunden früher als die Vollendung der ganzen Umlaufsbahn. Da dies sich von Jahr zu Jahr wiederholt, so rückt der Punkt der Nachtgleiche in der elliptischen Erdbahn immer weiter in der Richtung von Ost nach West d. h. in der Richtung, welche der Reihenfolge, wonach wir die Gestirne des Thierkreises abzuzählen pflegen, entgegengesetzt ist. Man nennt dies die Präcession oder Vorrückung der Nachtgleichen. Selbstredend muß hiermit gleichzeitig auch der Punkt am Himmel, wo wir zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche die Sonne stehen sehen, sich verändern und ebenfalls in einer der Ordnung der Gestirne des Thierkreises entgegengesetzten Richtung vorrücken. Hiermit steht auch noch eine andere Erscheinung, eine Veränderung in der Stellung der Erdachse in nothwendigem Zusammenhang. Da nämlich zur Zeit der Nachtgleiche die Verbindungslinie zwischen Erde und Sonne durch den Aequator geht und auf der Erdachse senkrecht stehen muß, so könnte dies bei einer Vorrückung des Nachtgleichepunktes nicht fernerhin stattfinden, wenn nicht auch die Erdachse eine kleine Drehung erlitten hätte. Dies ist nicht so zu verstehen, als ob an der Erde selbst die Pole der Achse an eine andere Stelle rückten, (die Pole und die Umdrehungsachse der Erde bleiben vielmehr stets unverändert), sondern die Erdachse erhält nur eine etwas veränderte Lage im Verhältniß zu den Gestirnen, so daß die Verlängerung der Erdachse nicht mehr denselben Polarpunkt am Himmel trifft. Diese Drehung der Erdachse und die Vorrückung der Nachtgleiche sind zwei Erscheinungen von so innigem, nothwendigen Zusammenhang, daß man ebensowohl sagen kann, weil der Nachtgleichepunkt vorgerückt ist, muß die Erdachse sich gedreht haben, als auch, weil die Erdachse sich gedreht hat, muß der Punkt der Nachtgleiche an eine andere Stelle der Erdbahn gerückt sein. Ueber den eigentlichen Grund beider Erscheinungen habe ich in den astronomischen Werken nichts gefunden; er scheint den Astronomen

selbst nicht, oder nicht genügend bekannt zu sein. Die Erscheinungen selbst sind aber eine festgestellte Thatsache.

Die Vorrückung der Nachtgleiche um jährlich 50¼ Secunden ist für das einzelne Jahr etwas sehr Unbedeutendes. Da die Vorrückung aber sich von Jahr zu Jahr wiederholt, so wächst die Bedeutung im Verhältniß der Anzahl der Jahre und so muß endlich der Frühlingsnachtgleichepunkt in seinem Vorrücken im Laufe einer sehr langen Reihe von Jahren nothwendig die ganze Erdbahn durchwandern und gleichzeitig der Frühlingspunkt alle diejenigen Punkte, worin wir überhaupt die Sonne am Himmel stehen sehen, also die ganze Bahn des Thierkreises durchlaufen; endlich muß auch in derselben Zeit die Erdachse ihre Drehung in der Weise fortsetzen, daß die Verlängerung der Erdachse, der Polarpunkt einen Kreis am Himmel beschreibt. Da die jährliche Vorrückung 50¼ Secunden oder 0,0139 Grad beträgt, so läßt sich berechnen, wie lange es dauert, bis die Vorrückung der Nachtgleiche ihren Kreislauf um die ganze Erdbahn von 360 Grad vollendet hat und bis wir wieder denselben Frühlingspunkt und Polarpunkt wie gegenwärtig haben; es ergiebt dies eine Periode von mehr als 25000 Jahren. Maedler gibt 25600 Jahre, v. Littrow 25812 Jahre an. Der Unterschied in diesen Zahlen rührt daher, daß die jährliche Vorrückung nicht genau 50¼ Secunden ausmacht und der Bruchtheil der Secunde von beiden verschieden angegeben wird.

Von dieser Periode ist zwar erst eine verhältnißmäßig kurze Zeit verstrichen, seitdem auf der Erde genauere astronomische Beobachtungen angestellt worden; aber auch während dieser Zeit sind die Veränderungen schon bemerkbar geworden. Wie im Eingang bemerkt wurde, stand die Sonne vor etwas über 2000 Jahren zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche im Sternbild des Widders; in Folge der Präcession tritt gegenwärtig die Frühlingsnachtgleiche an einer anderen Stelle der Erdbahn ein, von wo aus wir die Sonne natürlich auch an einer andern Stelle des Himmels stehen sehen, nämlich im Sternbild der Fische. In den Kalendern ist die frühere Bezeichnung beibehalten worden, so daß man einen Unterschied macht zwischen Zeichen und Sternbild, und sagt, zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche haben wir das Zeichen des Widders, die Sonne steht aber wirklich im Sternbild der Fische.

In Folge der ferneren Vorrückung der Nachtgleiche wird die Sonne zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche im Jahre 4000 nach Christus stehen in der Mitte des Sternbilds Wassermann, im Jahre 6140 im Kopfe des Steinbocks und im Jahre 8300 an der Spitze des Pfeils des Schützen. Rückwärts gerechnet stand die Sonne zur Früh-

lingsnachtgleiche 2470 vor Christus in den Hyaden im Stier, und 4620 am westlichen Ende der Zwillinge. Ebenso haben während der astronomischen Beobachtungen auf der Erde schon merkliche Veränderungen hinsichtlich des Polarpunktes stattgefunden. Die Alten kannten keinen Polarstern. Zu Alexanders des Großen Zeit stand unser gegenwärtiger Polarstern noch 15 Grad vom Polarpunkt entfernt; auch gegenwärtig steht unser Polarstern nicht unmittelbar im Polarpunkte, sondern $1\frac{1}{3}$ Grad von demselben entfernt; über 300 Jahre steht er dem Pole am nächsten in einer Entfernung von 21 Minuten, dann geht der Polarpunkt durch die Sternbilder γ Cephei, β Cephei, α Cephei, δ Cygni (Deneb), α Lyrae (Atair), nach 12000 Jahren, und ferner durch η Herculis, α Draconis, $\varkappa$ Draconis und nach 26000 wieder nach dem gegenwärtigen Polarstern. Die genannten Sterne werden also im Laufe von Jahrtausenden den Namen eines Polarsternes erhalten, wogegen unser heutiger Polarstern diesen Namen verlieren wird.

An die Veränderung des Polarpunktes knüpft sich noch eine andere Veränderung unseres Sternenhimmels. Da nämlich der Polarpunkt am Himmel der Mittelpunkt für sämmtliche auf der nördlichen Erdhälfte sichtbaren Sterne ist, so werden mit der Vorrückung des Polarpunktes auf der einen Seite fernere Sternbilder für die nördliche Erdhälfte sichtbar werden, auf der andern Seite werden Sternbilder für uns verschwinden. Auf der südlichen Hälfte findet dagegen das Sichtbarwerden und Verschwinden an den entgegengesetzten Seiten statt. So werden nach einander für uns verschwinden der Rabe, der Becher, die Wasserschlange, der Orion, der kleine Hund, Eridanus, Wallfisch, der südliche Fisch. Hingegen werden für uns sichtbar Centaur, südliches Kreuz, ein Theil der Karlseiche, Wolf, südlicher Triangel, Altar, südliche Krone, Pfau, Indianer, Paradiesvogel, Toucan, Kranich, Phönix und der unsichtbare Theil des Eridanus. Auch bleibt es nicht immer wahr, daß das Sternbild des großen Bären nach der griechischen Mythologie zur Strafe niemals im Ocean sich abkühlen, sondern beständig an dem für uns sichtbaren Theile des Himmels um den Pol kreisen solle.

Neben der Präcession beziehungsweise Drehung der Erdachse pflegt in den astronomischen Werken eine andere Erscheinung, nämlich die Nutation genannt zu werden. Die Drehung der Erdachse erfolgt nämlich nicht gleichförmig, sondern ist hierbei kreiselförmigen Schwankungen unterworfen, die sich in Perioden von 19 Jahren wiederholen und mit den Bewegungen des Mondes im Zusammenhange stehen. Diese Erscheinung ist jedoch nur eine geringfügige und namentlich nicht

von fortdauernder Wichtigkeit. Es wird deßhalb hier nicht weiter Rede davon sein.

Außerdem steht in gewisser Hinsicht mit der Präcession eine Erscheinung von größerer Wichtigkeit in Verbindung, welche ich im Eingange mit dem Satze anführte, „daß die Länge des Perihels jährlich um 0,003276 Grad wachse".

Während nämlich der Frühlingsnachtgleichepunkt in der Erdbahn beständig in der der Ordnung des Thierkreises entgegengesetzten Richtung vorrückt, bleibt auch der Punkt der Sonnennähe, das Perihelium, nicht unverändert an derselben Stelle der Erdbahn, sondern verschiebt sich ebenfalls, wie durch die Astronomen festgestellt ist, jährlich um ein Geringes. Diese Veränderung erfolgt aber nicht gleichmäßig mit der Vorrückung der Nachtgleiche, sondern einestheils ist sie weit unbedeutender, anderntheils erfolgt sie in der umgekehrten Richtung, also nach der Ordnung der Bilder des Thierkreises.

Da die Astronomen von dem Frühlingspunkte ab die astronomischen Längengrade zählen, so sagen sie von dem vom Frühlingspunkte sich entfernenden Punkte der Sonnennähe, daß er an Länge zunehme oder daß die Länge des Perihels wachse.

Bisher habe ich von der Veränderung des Punktes der Sonnennähe in der Erdbahn noch nicht gesprochen, weil es für die Stellung der Erde den Sternen gegenüber ganz gleichgültig ist, wo die Erde sich in der Sonnennähe befindet, und durch eine Erwähnung hiervon die Ausführung der bisher angeführten Veränderungen vielleicht an Deutlichkeit verloren haben würde. Für die Verhältnisse innerhalb der Erdbahn ist hingegen die Stellung des Punktes der Sonnennähe und des Punktes der Frühlingsnachtgleiche zu einander von Wichtigkeit; denn der Punkt der Sonnennähe liegt in der kürzern Hälfte der Ellipse; die Erde hat an diesem Theile ihrer Bahn nicht nur einen kürzern Weg zu durchlaufen, sondern sie hat auf diesem Wege auch eine etwas schnellere Bewegung als an dem längern Theile der Ellipse. Von der Stellung der Erdachse zur Erdbahn hängt es also ab, ob die nördliche oder südliche Erdhälfte ihren Sommer in dem längern oder kürzern Theil der Erdbahn hat. Hierdurch kommt es auch, daß bei uns gegenwärtig Frühling und Sommer 7 Tage länger dauern, als Herbst und Winter.

Da der Punkt der Sonnennähe in der Richtung der Ordnung des Thierkreises, der Punkt der Nachtgleiche in entgegengesetzter Richtung jährlich vorrückt, so muß man, um das Gesammtresultat beider Bewegungen zu berechnen, die jährlichen Bewegungen beider Punkte summiren.

Die Vorrückung der Nachtgleiche beträgt jährlich 0,013947 Grad
Die Bewegung des Punktes der Sonnennähe . 0,003276 „

es beträgt also im Ganzen . . . 0,017223 Grad

die Gesammtveränderung zwischen beiden Punkten. Es läßt sich durch eine Proportion berechnen, wie lange es dauert, bis diese Veränderung die ganze Erdbahn von 360 Graden durchlaufen hat; die Berechnung ergiebt einen Zeitraum von 20930 Jahren. Wenn man z. B. als Ausgangspunkt die Zeit annimmt, wo die Sonnennähe zur Zeit der Herbstnachtgleiche eintritt, so wird nach etwas über 5000 Jahren die Sonnennähe zur Zeit des Wintersolstitiums eintreten, nach Verlauf eines ähnlichen Zeitraums zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche, dann später zur Zeit des Sommersolstitiums und endlich nach Ablauf des ganzen Cyclus von 20930 Jahren wieder zur Zeit der Herbstnachtgleiche. Wenn also nach Ablauf dieses Cyclus die Verhältnisse innerhalb der Erdbahn dieselben sind, wie zur Zeit des angenommenen Ausgangspunktes, so findet dies noch keineswegs statt im Verhältniß der Erde zur Sternenwelt, vielmehr ist der hierzu erforderliche Zeitraum erst zu etwa $^4/_5$ vollendet. Es kommt dies daher, daß für die Veränderungen den Sternen gegenüber nur die Vorrückung der Nachtgleiche maßgebend, für die Veränderungen innerhalb der Erdbahn auch die Vorrückung des Punktes der Sonnenähe von Einfluß ist.

Wenn dies noch nicht vollständig verständlich sein sollte, so läßt es sich vielleicht noch klarer machen durch eine Vergleichung mit einer Uhr. — Wenn beide Zeiger der Uhr um 12 Uhr bei der Zahl 12 zusammengetroffen sind, so dauert es eine Stunde, bis der Minutenzeiger wieder die Zahl 12 erreicht, es dauert aber eine Stunde und $5^5/_{11}$ Minuten, bis der Minutenzeiger mit dem Stundenzeiger wieder zusammentrifft. Würde der Stundenzeiger sich in entgegengesetzter Richtung also rückwärts bewegen, so würde es hier ebenfalls eine Stunde dauern, bis der Minutenzeiger wieder die Zahl 12 erreichte, der Minutenzeiger würde aber schon in $55^5/_{13}$ Minuten mit dem in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden Stundenzeiger zusammentreffen; und wenn die Bewegung des Stundenzeigers $2^1/_2$mal so schnell wäre, wie die eines gewöhnlichen Stundenzeigers, so würde in diesem Falle das Zusammentreffen noch früher erfolgen und zwar zwischen den Zahlen 9 und 10 der Uhr.

Wenden wir das Gleichniß auf die Erdbahn an, so bedeutet das Zifferblatt der Uhr die Erdbahn, der Minutenzeiger die Vorrückung der Nachtgleiche, der Stundenzeiger, der in entgegengesetzter Richtung mit $2^1/_2$facher Geschwindigkeit eines gewöhnlichen Stundenzeigers sich

bewegt, die Veränderung des Punktes der Sonnennähe. Der Punkt der Nachtgleiche rückt jährlich vorwärts in der Richtung, wie der Minutenzeiger die Minute anzeigt, so daß der Minutenzeiger die Zeit von 25600 Jahren zu seinem Umlauf gebraucht; von dieser Zeit ist während der auf der Erde vorgenommenen genaueren astronomischen Beobachtungen nur soviel verstrichen, wie die Entfernung der Ziffer 1 von der Ziffer 12 auf der Uhr, was der Vorrückung der Nachtgleiche um eines der 12 Bilder des Thierkreises entspricht. Der Stundenzeiger oder der Punkt der Sonnennähe ist während dessen weit langsamer in entgegengesetzter Richtung fortgeschritten; das Zusammentreffen beider Zeiger findet zwischen den Zahlen 9 und 10 statt, was dem Zeitraum von 20930 Jahren entspricht. Nach Ablauf dieser Zeit hat also der Minutenzeiger dieselbe Stellung zum Stundenzeiger, wie im Anfange; er muß aber noch die Strecke bis zur Ziffer 12 oder einen Zeitraum von beinahe 5000 Jahren weiter laufen, um seine anfängliche Stellung wieder zu erlangen zu den Zahlen des Zifferblatts, beziehungsweise zu den diesen Zahlen entsprechenden, außerhalb der Uhr liegenden 12 Bildern des Thierkreises.

Die in Wirklichkeit bereits eingetretenen Veränderungen lassen sich am besten ersehen aus den beigegebenen Zeichnungen.

Fig. I. stellt die Erdbahn zur Zeit des Hipparch 140 vor Christus vor. Damals befand sich der Frühlingspunkt noch in der Nähe des Sternbilds des Widders, der Punkt der Sonnennähe war 66 Grad vom Frühlingspunkte entfernt, die Sonnennähe trat im Herbste, die Sonnenferne im Frühjahr ein. Der Frühling war die längste Jahreszeit, demnächst der Sommer, dann der Winter und der Herbst die kürzeste Jahreszeit.

Fig. II. stellt die Erdbahn zur Zeit des Kaisers Friedrich II. 1250 nach Christus vor. Zu dieser Zeit fiel die Sonnennähe mit dem Wintersolstitium zusammen, die Sonnenferne mit dem Sommersolstitium, Frühjahr und Sommer waren die längern Jahreszeiten, beide von gleicher Dauer, Herbst und Winter die kürzeren Jahreszeiten. Da die beiden Erstern den ganzen von der Sonne entfernten und daher längern Theil der Erdbahn einnahmen, so war dies die günstigste Stellung für die Bewohner der nördlichen Erdhälfte. Für dieselben waren Sommer und Frühling zusammen volle 8 Tage länger als die beiden andern Jahreszeiten.

Fig. III. bedeutet die Erdbahn zur Jetztzeit. Der Frühlingspunkt fällt in das Sternbild der Fische und ist 99½ Grad vom Punkte der Sonnennähe entfernt. Die Sonnennähe tritt im Winter

am ersten Januar, die Sonnenferne im Sommer am zweiten Juli ein, der Sommer ist die längste Jahreszeit, dann Frühling, dann Herbst und der Winter die kürzeste. Sommer und Frühling dauern zusammen 7 Tage länger als Herbst und Winter.

Fig. IV. faßt die drei andern Figuren zusammen und zeigt wie der Punkt des Wintersolstitiums und ebenso der Punkt der Nachtgleiche von links nach rechts, der Punkt der Sonnennähe in geringerm Maßstabe von rechts nach links vorgerückt ist. Betrachten wir diese Veränderungen in ihrem weitern Verlaufe, so ist um das Jahr 4000 vor Christus die Sonnennähe zur Zeit der Herbstnachtgleiche eingetreten, 1250 nach Christus zur Zeit des Wintersolstitiums. Im Jahre 6470 wird die Sonnennähe zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche eintreten, im Jahre 11750 zur Zeit des Sommersolstitiums. Dies wird für die nördliche Erdhälfte der ungünstigste Zeitpunkt sein; es werden dann für dieselbe Frühling und Sommer zusammen um acht Tage kürzer sein als Herbst und Winter.

In der günstigsten Stellung dauern auf der nördlichen Erdhälfte die hellern und wärmern Jahreszeiten 8 Tage länger, als die entgegengesetzten, in der ungünstigsten Stellung 8 Tage kürzer, so daß der Gesammtunterschied 16 Tage beträgt. Unzweifelhaft ist dieser Unterschied in seinem ganzen Umfange für unser Klima nicht ganz unwichtig, zumal sowohl die Kälte als die Wärme bei einer längeren Zeitdauer zunimmt. Einen wie großen Einfluß dieser Unterschied herbeiführen kann, hat selbstredend wegen der verhältnißmäßig kurzen Zeit nicht genügend durch die Erfahrung festgestellt werden können, es scheint auch eine theoretische Feststellung nicht gut möglich, bisher wenigstens mit Bestimmtheit nicht erfolgt zu sein. Einige scheinen kein besonderes Gewicht auf jenen Unterschied zu legen. Hingegen legt unter Andern J. Adhemar dem Unterschiede eine sehr große Bedeutung bei. In dessen Schrift (Die Revolutionen des Meeres. Leipz. 1843) wird ausgeführt, daß auf der Erdhälfte, die sich in der ungünstigsten Stellung befinde, ungeheure Eismassen sich anhäuften, Gletscher bildeten und daß sich das Wasser vorzugsweise dorthin ziehe. Hierin findet er eine Erklärung für die großen vorhistorischen Fluthen, insbesondere für die Erscheinung, daß allem Anscheine nach kurz vor der historischen Zeit ein starkes Sinken der Temperatur auf der nördlichen Erdhälfte stattgefunden hat. In wie weit diese Ausführungen richtig oder wahrscheinlich sind, vermag ich nicht zu beurtheilen. Jedenfalls wird die bisher in 6 Jahrhunderten stattgefundene Abnahme des Sommers um einen Tag noch keinen erheblichen Einfluß auf unser Klima gehabt haben. Erst nach einigen Jahrtau-

senden dürfte sich ein mehr oder weniger erheblicher Einfluß der Abnahme des Sommers geltend machen, und das Klima auf der nördlichen Erdhälfte sich etwas verschlechtern, auf der südlichen Erdhälfte hingegen verbessern.

Hierbei erlaube ich mir die nachfolgenden Notizen über Grönland aus der Geschichte der Erdkunde und Entdeckungen von Ritter anzuknüpfen, da daraus hervorzugehen scheint, als hätte seit der günstigsten Stellung der nördlichen Erdhälfte im Jahre 1250 insofern bereits eine Veränderung stattgefunden, daß die Eismassen des nördlichen Polarmeers seitdem weiter nach Süden vorgerückt seien.

„Im Jahre 983 wurde Grönland entdeckt; darauf wurden dort 280 Ansiedelungen gegründet, 15 Kirchen gebaut und ein Bischofssitz gegründet. Im Jahre 1383 kam das letzte Schiff von Grönland mit der Nachricht, daß der Bischof gestorben sei. Der neue Bischof wurde durch große Eismassen gehindert nach Grönland zu gelangen. Dann wurden während mehr als drei Jahrhunderten vergebliche Versuche gemacht, Grönland zu erreichen. Erst 1721 gelangte man wieder nach Grönland, aber nur an die Westküste, wo von den früheren Colonien sich nur noch Trümmer vorfanden; an der Ostküste blieb zwischen Grönland und Island ein Eiswall, den man erst im Jahre 1820 zu durchdringen vermochte."

Im Eingange habe ich bereits bemerkt, daß die größere oder geringere Entfernung der Erde von der Sonne in den verschiedenen Punkten der Erdbahn keinen, oder höchstens einen sehr unerheblichen Einfluß auf die Erwärmung der Erde habe. Früher nahm man allgemein an, daß dadurch durchaus kein Einfluß herbeigeführt werde. Neuerdings wollen Einige hingegen beobachtet haben, daß diejenige Erdhälfte, welche ihren Sommer in der Sonnennähe, ihren Winter in der Sonnenferne habe (also gegenwärtig die südliche Erdhälfte), im Sommer eine stärkere Hitze, im Winter eine stärkere Kälte habe, als die andere Erdhälfte. Wenn die Beobachtung richtig sein mag, so ist der Unterschied jedenfalls nicht von großer Bedeutung. Es würde aber alsdann auch in dieser Hinsicht die gegenwärtige Stellung der nördlichen Erdhälfte eine günstigere sein, da man allgemein größere Hitze im Sommer und größere Kälte im Winter nicht als wünschenswerth betrachtet. Der Unterschied würde jedenfalls eine weit größere Bedeutung haben, wenn die Erdbahn eine Ellipse von länglicher Gestalt bildete.

Im Vorstehenden habe ich das Wesentliche zusammengestellt über die beiden im Zusammenhang stehenden langjährigen periodischen Cyclen; der eine von längerer Dauer betrifft nur unser Verhältniß zur Sternen-

welt und hat wesentlich nur ein Interesse für die Astronomen, der andere von kürzerer Dauer betrifft die Verhältnisse innerhalb der Erdbahn und hat unzweifelhaft wenigstens einigen Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse der Erde.

Außerdem kommen für die Erde noch zwei andere in langjährigen Perioden sich bewegende Veränderungen in Betracht, nämlich die Veränderung in der Schiefe der Ekliptik und in der Excentricität. In Betreff beider habe ich nichts Bestimmtes auffinden können, weder über die Ursachen derselben, noch über den Zusammenhang untereinander und mit den früher erwähnten Veränderungen; ich kann daher hierüber nur die einzelnen an sich schon interessanten Thatsachen anführen.

Unter Schiefe der Ekliptik versteht man den Winkel, den die Ekliptik mit dem Aequator bildet; dieselbe ist deshalb besonders wichtig, weil damit der höhere oder tiefere Stand der Sonne und somit die Abwechselung der Jahreszeiten zusammenhängt. Die Schiefe der Ekliptik ist schon in früherer Zeit Gegenstand von Beobachtungen gewesen; bei den verschiedenen Beobachtungen ist nachstehendes Resultat über die Schiefe oder die Größe des Winkels zwischen Aequator und Ekliptik gefunden worden:

Im Jahre		
1100 vor Christus	nach Beobachtungen der Chinesen	23° 52′
350 „ „	nach Pythias	23° 49′ 20″
1000 nach „	nach arabischen Beobachtungen .	23° 34′ 26″
1280		23° 32′ 2″
1437		23° 31′ 48″
1750		23° 28′ 18″
1850		23° 27′ 32″

Die vorstehenden Zahlen ergeben, daß die Schiefe der Ekliptik, so lange sie Gegenstand von Beobachtungen gewesen ist, beständig abgenommen hat. Diese Abnahme ist zuerst von Fracastor in Verena (kurz vor Copernicus) bemerkt worden. Die bisherige Abnahme ist jedoch zu gering, um einen merklichen Einfluß auszuüben. Wenn aber die Abnahme immerwährend fortdauerte, würde allmählig der Unterschied der Jahreszeiten geringer werden; zuletzt würde die Ekliptik mit dem Aequator zusammenfallen und jeder Unterschied der Jahreszeiten aufhören. Durch Lagrange ist jedoch ermittelt worden, daß die Abnahme nicht immer fortdauere, sondern im Jahre 6600 ihre Grenze erreichen wird. Derselbe hat ferner ermittelt, daß die größtmöglichsten Schwankungen stattfinden können zwischen 28° und 21° und hat dabei nachfolgende Perioden angegeben:

Im Jahre 29400 vor Christus hatte die Schiefe der Ekliptik ihren größten Werth mit . . . . . 27° 31′
dann folgte 15000 Jahre Abnahme bis zum Jahre 14400 vor Christus, wo sie den kleinsten Werth hatte von . . . . . 21° 20′
dann folgen 12400 Jahre Zunahme bis zum Jahr 2000 vor Christus, wo sie den größten Werth hatte von 23° 53′
dann folgen 8600 Jahre Abnahme bis zum Jahre 6600 nach Christus, wo sie ihren kleinsten Werth hat von 22° 54′
dann folgen 12700 Jahre Zunahme bis zum Jahr 19300 nach Christus, wo sie den größten Werth hat von 25° 21′

Ich vermag nichts darüber anzugeben, wie Lagrange diese Perioden ermittelt hat und ob seine Ermittelungen über jeden Zweifel erhaben sind. Die Perioden variiren an Zeitdauer und hinsichtlich des in denselben erreichten größten und kleinsten Werthes. Sie können deshalb jedenfalls nicht in directem Zusammenhange stehen mit den vorhin erwähnten beiden Cyclen, sondern müssen durch andere Ursachen bedingt sein. Das Wichtigste an diesen Ermittelungen ist jedenfalls, daß die Abnahme der Schiefe der Ekliptik nicht beständig fortdauert und daß die Schwankungen an solche Grenzen gebunden sind, welche für die klimatischen Verhältnisse keine bedeutenden, jedenfalls keine besonders nachtheiligen Wirkungen haben können.

Würde die Abnahme beständig fortdauern und zuletzt der Aequator mit der Ekliptik zusammenfallen, so könnte dies auf den ersten Blick insofern wünschenswerth erscheinen, als ob wir alsdann in beständigem Frühling wohnen würden. Bei genauerer Betrachtung stellt es sich aber anders heraus; in unsern Gegenden würden wir beständig einer künstlichen Erwärmung durch Heizung und Kleidung bedürfen; für unsere sämmtlichen Früchte genügt zur Reife nicht die Durchschnittstemperatur, sondern sie verlangen dafür eine größere Sommerwärme; unsere Gegend würde sich also statt in ein Paradies, in ein unfruchtbares Land verwandeln. Hierzu kommt, daß die Verschiedenheit der Jahreszeiten unzweifelhaft einen vortheilhaften Einfluß auf den Geist und Körper des Menschen ausübt.

Würde hingegen die Schiefe der Ekliptik bis 45 Grad zunehmen, so würde die gemäßigte Zone von der Erde wegfallen und nur die heiße und kalte Zone übrig bleiben, was gewiß Niemand wünschenswerth erscheint. Wenn die Schiefe der Ekliptik sogar bis 90° zunehmen und somit die Ekliptik senkrecht auf dem Aequator stehen würde, wäre der Erfolg noch schlimmer; wir würden während eines

Theils des Jahres eine ungeheure Hitze, während eines andern Theils eine ungeheure Kälte haben.

Wir können daher nicht verkennen, daß die mäßige, nur geringen Schwankungen unterworfene Schiefe der Ekliptik für unsere Verhältnisse am besten ist. Unter den andern Planeten ist die Schiefe der Ekliptik bei Jupiter sehr gering, bei Venus und Uranus scheint sie sehr groß zu sein.

Unter Excentricität versteht man die Entfernung der beiden Mittelpunkte der Ellipse von einander. Der Kreis hat nur einen Mittelpunkt und daher gar keine Excentricität; je näher eine Ellipse der Kreisform kommt, um so geringer ist ihre Excentricität; dieselbe ist um so größer, um so viel die Ellipse eine länglichere Form hat. Die Erdbahn kommt der Kreisform ziemlich nahe; ihr größter und kleinster Durchmesser verhalten sich gegenwärtig, wie 7000 zu 7001. Ihre Excentricität ist daher nicht groß; sie beträgt, wenn man die mittlere Entfernung von der Sonne als Einheit annimmt, 0,016792; sie bleibt sich nicht beständig gleich, sondern nimmt jährlich ab und erreicht ihren kleinsten Werth von 0,0039 im Jahre 25500 nach Christus; ihren größten Werth hatte sie 11400 vor Christus; es ergiebt dies eine Periode, die weit größer ist, als die oben erwähnten beiden Cyclen und deshalb schon mit denselben nicht in directer Verbindung stehen kann. Nach einzelnen Andeutungen scheint die Veränderung in der Excentricität der verschiedenen Planeten zu einander in Wechselwirkung zu stehen.

Die Wirkung der Abnahme der Excentricität auf die Erde besteht darin, daß der Unterschied zwischen der Sonnennähe und Sonnenferne in der Erdbahn geringer wird. Es wird also dadurch auch der Einfluß des oben besprochenen Cyclus von 20930 Jahren etwas verringert; ebenso würde dadurch auch die angebliche Beobachtung, daß in der Sonnennähe die Erwärmung durch die Sonne ein wenig stärker sei, an Bedeutung verlieren. Bei einer Zunahme der Excentricität würde sich hingegen beides vermehren.

Da bei der Erde die Zunahme und Abnahme sich in ziemlich engen Grenzen bewegt, so ist der Einfluß nicht sehr bedeutend. Könnte hingegen die Excentricität sehr groß werden, so würde sich namentlich die größere Erwärmung in der Sonnennähe bemerkbar machen.

Von den übrigen Planeten nimmt, wie bei der Erde auch bei Venus, Saturn und Uranus die Excentricität ab, bei Mercur, Mars und Jupiter nimmt sie hingegen zu. Mercur und einige der kleineren Planeten haben eine große Excentricität, die ein Fünftel ihrer mittlern Entfernung von der Sonne übersteigt. Die größern Planeten

haben verhältnißmäßig eine kleinere Excentricität. Wäre Letzteres nicht der Fall, so könnten sie in ihrer alsdann länglicheren Bahn den Bahnen der andern Planeten so nahe kommen, daß sie auf dieselben durch ihre größeren Massen einen störenden Einfluß ausüben würden. Die kleinern Planeten sind bei ihrer geringern Masse in dieser Hinsicht ungefährlich. Die geringere Excentricität der größern Planeten ist somit eine Einrichtung, die für die Beständigkeit unseres Planetensystems von Wichtigkeit ist.

Ueberhaupt findet sich bei allen Veränderungen, denen die Erde in ihrem Laufe und ihrer Stellung unterworfen ist, daß keine Veränderung beständig fortschreitet, sondern alle innerhalb mäßiger Grenzen abwechselnd zu- und abnehmen, so daß alle jene periodischen Veränderungen nicht geeignet sind, auch in den fernsten Jahrtausenden eine dauernde Veränderung oder Störung herbeizuführen und die Beständigkeit des Ganzen in Frage zu stellen.

Alle erwähnten Veränderungen beziehen sich nur auf unser Sonnensystem. Die Sonne selbst und die Sterne betrachtete man (nach Annahme des Copernicanischen Systems) lange als feststehende Körper. Erst in neuerer Zeit hat man ermittelt, daß auch die Sonne und die Sterne sich fortbewegen. Die nähern Untersuchungen haben das Resultat gehabt, daß die Sonne in der Richtung nach dem Sternbild Hercules sich hinbewege und daß in dem Sternbild der Plejaden der Mittelpunkt sämmtlicher Bewegungen sei. Maedler hat einen, wie er sich ausdrückt, nur rohen Versuch angestellt, die Umlaufszeit der Sonne um diesen Mittelpunkt zu berechnen und diese Periode hierbei auf 20 Millionen Jahre berechnet. Nach einer neuern Angabe soll die Umlaufszeit 22 Millionen Jahre sein. Von dieser Umlaufszeit bildet ein Zeitraum von 2000 unserer Jahre noch nicht ein Zehntausendstel und ist nur wie ein Augenblick im Verhältniß zu unserm Jahre zu betrachten. Auch befindet sich zwischen unserm Sonnensystem und den Sternen ein ungeheurer Zwischenraum, indem der nächste Fixstern 200,000mal weiter als die Sonne von uns entfernt ist, so daß die Bewegung der Sonne auch den Sternen gegenüber eine ganz geringfügige ist und nur durch die sorgfältigsten astronomischen Beobachtungen hat festgestellt werden können. Gegen diese großartigen Zeiträume und Maße scheinen geringfügig die langen Perioden, denen die Erde in ihrer Stellung und ihrem Laufe unterworfen ist, geringfügig die langjährigen Perioden, welche die Erde zu ihren vorhistorischen Revolutionen gebraucht hat, und besonders geringfügig unsere menschlichen Verhältnisse. Für unsere gewöhnliche Anschauung können wir daher umgekehrt die Sonne und die Sterne als feststehend betrachten und

die Bewegung derselben als für uns nicht wahrnehmbar den Astronomen überlassen; wir werden dabei jedenfalls in weit geringere Fehler verfallen, als wenn unsere Phantasie sich mit den Bewegungen der Sonne zu lebhaft beschäftigt und geneigt ist, dieselbe als Ursache von mancherlei Erscheinungen zu betrachten. Hiermit soll aber keineswegs gesagt sein, daß die Ermittelung der Bewegung der Sonne um einen Mittelpunkt für die Nichtastronomen schlechthin eine gleichgültige Sache sei; sie ist vielmehr insoweit von großem Interesse, als sie uns einigen Aufschluß giebt über die großartigen, nach gewöhnlichem Maßstabe nicht berechenbaren Verhältnisse des Weltalls.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Elbersfeld

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Hagens Josef von

Artikel/Article: Astronomische Bemerkungen 19-34