

Die Schwankungen der Erdaxe. deren Ursachen und Folgeerscheinungen.

Von

Univ.-Doc. Dr. R. SPITALER.

Die Rotationsaxe der Erde, deren Richtung durch die Lage der Himmelspole gegeben ist, welche bei der täglichen Umdrehung der Erde in Ruhe bleiben, während das übrige Himmelsgewölbe sich scheinbar von Osten nach Westen dreht, behält nicht ständig dieselbe Lage im Weltraume bei, sondern verändert fortwährend dieselbe. Der nördliche Himmelspol, welcher gegenwärtig in der Nähe ($1^{\circ} 14'.5$ Entfernung) des Polarsterns, α Ursae minoris, steht und sich diesem noch bis zum Jahre 2100 nähert, wandert in Folge der Verschiebung der Rotationsaxe der Erde zwischen den Sternen weiter und vollendet in beiläufig 25.000 Jahren, dem Platonischen Weltjahr, einen Umlauf um einen festen Punkt des Himmels, welcher sich im Sternbilde des Drachen befindet, den Pol der Ekliptik. Der Halbmesser dieser Bahn beträgt $23\frac{1}{2}^{\circ}$.

In Folge dieser Ortsveränderung des Himmelspols verliert der Polarstern allmählich diesen seinen Namen, denn in etwa 12.000 Jahren wird der Himmelspol bereits in die Nähe des Sterns Wega in der Leier gerückt sein, sowie andererseits derselbe im classischen Alterthum noch 25° vom gegenwärtigen Orte entfernt war. Durch diese Lagenänderung der Weltaxe verschiebt sich für die Orte auf der Erdoberfläche aber auch das sichtbare Himmelsgewölbe. Sternbilder, die jetzt für uns beständig unter dem Horizonte bleiben, rücken im Laufe der Zeit allmählich über denselben herauf, während andere wiederum unter demselben verschwinden. Das schöne Sternbild des südlichen Kreuzes, bei dessen Anblick der Seefahrer vom nördlichen Sternenhimmel Abschied nimmt, war vor Jahrtausenden auch

in unseren Gegenden sichtbar und wird es nach Jahrtausenden wieder werden, wie andererseits unser Orion dafür unter den Horizont tauchen wird, um uns auf Jahrtausende unsichtbar zu bleiben.

Diese Erscheinung ist schon seit Hipparch's Zeiten bekannt und wurde für eine thatsächliche Drehung des Himmelsgewölbes um den Pol der Ekliptik gehalten, bis Copernicus dieselbe als hervorgerufen durch die Lagenänderung der Drehungsaxe der Erde im Weltraume erkannte.

Die Ursache davon liegt im Einflusse ausserhalb der Erde liegender Kräfte, nämlich insbesondere in der ungleichen Anziehung der an den beiden Polen abgeplatteten, am Aequator wulstförmig ausgebauchten Erde durch die Sonne und den Mond, welche Kräfte beständig die Drehungsaxe der Erde senkrecht zur Bahnebene (Ekliptik) zu stellen bestrebt sind.

Diese Bewegung der Erdaxe, in der Astronomie als die Präcession bekannt, ist, sowie ein kleineres Wanken derselben (Nutation), schon vollständig erforscht und muss bei allen astronomischen Beobachtungen und Rechnungen genauestens berücksichtigt werden.

Wir haben bisher immer nur von der Rotationsaxe gesprochen, die durch die Lage der Himmelspole bestimmt ist. Nennen wir nun Hauptaxe diejenige Axe der Erde, welche durch die Erdpole bestimmt und deren Lage von der Massenvertheilung in und auf der Erde abhängig ist, so wurde theoretisch erwiesen, dass durch die genannten äusseren Kräfte auch die Lage dieser Axe geändert wird. Doch ist die Grösse dieser Wirkung so gering, dass sie der Beobachtung sich vollständig entzieht. Es beschreibt nämlich der Pol der Hauptaxe einen Kreis von 28 *cm* Durchmesser, was einer Winkelverschiebung der Hauptaxe von 0^o009 entspricht, so dass man fast mit voller Strenge sagen kann, dass durch jene Kräfte die Lage der Drehungsaxe im Erdkörper nicht beeinflusst wird, dass also die astronomisch bestimmte Lage der Erdorte, ihre geographischen Breiten und Längen unveränderliche Grössen sind.

Im Jahre 1760 bewies Euler, wie dies Prof. Förster in den Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin in klarer Weise bespricht, dass die Axe der freien Drehung eines Massensystems um seinen Schwerpunkt nur so lange innerhalb

dieses Systems selbst eine feste Lage haben könne, als sie mit einer der drei durch den Schwerpunkt gehenden sogenannten Hauptträgheitsaxen desselben zusammenfalle, und insbesondere zeigte er, dass Stabilität der Lage der Drehungsaxe im Massensysteme nur dann stattfindet, wenn sie entweder mit jener Hauptträgheitsaxe zusammenfällt, in Bezug auf welche die Summe der Trägheitsmomente ein Maximum oder in Bezug auf welche die Summe der Trägheitsmomente ein Minimum ist. In Folge der erfahrungsmässigen Constanz der Rotationsaxe und wegen der bereits bekannten Abplattung der Erde an den Polen konnte dies nur die Axe des grössten Trägheitsmomentes sein, die wir schon oben als Hauptaxe bezeichnet haben. Die nahe Uebereinstimmung der Lage dieser Axe mit der Rotationsaxe konnte indessen schwerlich eine zufällige sein, vielmehr war es höchst wahrscheinlich, dass die Drehung selber in den Anfangszuständen der Erde und durch alle diejenigen Entwicklungen hindurch, in denen ihre Masse hinreichend plastisch und formbar blieb, sich die entsprechende Gestaltung und Massenvertheilung so zugeordnet und angepasst habe, dass jene Trägheitsaxe mit der Rotationsaxe in Uebereinstimmung kam und andauernd blieb; die Erde hatte sich selbst, wie Prof. Küstner sagt, gewissermassen ihre eigene Axe gedrechselt.

Da aber mit der fortschreitenden Erstarrung der Erdkruste jene Formbarkeit abnahm und durch die mannigfaltigen, von der Geologie erforschten Prozesse der Faltung, Hebung und Senkung grosser Flächenstücke der Erdrinde, ferner durch das Hervordringen von Massen aus dem Innern, sowie durch die entstehenden Unregelmässigkeiten der Vertheilung des Festen und Flüssigen jene durch die Drehung selber herbeigeführte Symmetrie der Massenvertheilung mehr oder minder ausgedehnte und unregelmässige Abänderungen, wenn auch vielleicht nur zeitweise, erfuhr, so war es sehr wohl denkbar, dass wenigstens zeitweise die Uebereinstimmung der Lage der Rotationsaxe und der bezüglichen Hauptträgheitsaxe gestört wurde.

Für diesen Fall hat dann Euler nachgewiesen, dass die Rotationsaxe um die Hauptaxe eine kegelförmige Bewegung ausführen müsse, deren Periode (Euler'scher Cyklus) sich aus dem Verhältnis des grössten zum kleinsten Trägheitsmomente der Erde, oder mit anderen Worten aus der Stärke ihrer Abplattung zu 10 Monaten, genauer 305 mittleren Tagen ergab.

Bei dieser Berechnung ist die Erde als vollkommen starr angenommen, was sie thatsächlich nicht ist. Letzteren Umstand berücksichtigend, ergibt sich nach neueren Untersuchungen die Periode des Euler'schen Cyklus zu ungefähr 14 Monaten.

Ueber die Grösse des Winkels, welchen die beiden Axen mit einander bilden, kann aber die Theorie keinen Aufschluss geben, weil hiezu die genaue Kenntniss der Massenvertheilung in und auf der Erde erforderlich ist, die wir aber nicht kennen.

Die Uebereinstimmung der sorgfältigsten astronomischen Messungen, bei denen sich das Vorhandensein dieses Winkels hätte offenbaren müssen, liess schliessen, dass derselbe eine Bogensecunde nicht betragen könne. In den Jahren 1820—21 stellte Bessel in Königsberg zuerst eigens Beobachtungen an, um eine etwaige Abweichung der Rotationsaxe von der Hauptaxe zu ermitteln, und fand, dass dieselbe eine Viertelbogensecunde nicht überschreiten könne, ja später scheint er die Existenz eines solchen Winkels überhaupt bezweifelt zu haben.

Im Jahre 1840 begann Peters auf der Sternwarte in Pulkowa mit verbesserten und verfeinerten Hilfsmitteln nach einer etwaigen Lagenänderung der Rotationsaxe im Erdkörper zu forschen, welche Arbeiten in den 60er Jahren von Gylden und in den 70er Jahren von Nyrén fortgesetzt wurden, aber es ergab sich daraus ein negatives Resultat, wengleich zuweilen das Vorhandensein eines Winkels von beiläufig $0''1$ wahrscheinlich schien; es musste also angenommen werden, dass die Rotationsaxe mit der Hauptaxe genau zusammenfällt.

Beim Euler'schen Cyklus ist angenommen, dass eine wenn auch allmählich entstandene, so doch gegenwärtig nahezu beständige Abweichung zwischen der Lage der Rotations- und der Hauptaxe vorhanden sei. Wenn auch die Massenvertheilung im Erdkörper sich gegenwärtig nicht mehr wesentlich verändern dürfte, so gehen doch kleinere Massenverschiebungen noch ständig auf der Oberfläche der Erde vor sich, wenn man auch von etwaigen Massenumlagerungen in dem uns unbekanntem Erdinnern absieht.

Angeregt durch die geologischen und paläontologischen Untersuchungen über die Eiszeit, dass letztere möglicherweise durch eine andere Lage der Erdpole zu erklären sei, unter-

suchten in den 60er und 70er Jahren hauptsächlich englische Gelehrte, ob noch gegenwärtig durch die fortgehenden, mehr oder minder regelmässig periodischen Veränderungen der Vertheilung des Wassers auf der Erde, durch die Veränderungen der Lage der grossen Luft- und Meeresströmungen, durch die Verdunstung des Wassers in den niederen Breiten und die Ablagerung dieser verdunsteten Wassermassen als Eis und Schnee in den höheren Breiten, sowie überhaupt durch den ganzen, den Jahreszeiten folgenden Kreislauf aller dieser mächtigen Erscheinungen so grosse Massenveränderungen auf der Erde vor sich gehen, dass dadurch die Lage der Hauptaxe der Erde verändert wird.

Am eingehendsten beschäftigte sich mit dieser Untersuchung W. Thomson. Die Gesamtwirkung aller dieser Erscheinungen, deren Effecte sich theilweise gegenseitig compensiren, lässt sich nur angenähert und sehr schwierig oder gar nicht berechnen; es waren daher die Ergebnisse auch vielfach einander widersprechend. Während beispielsweise Thomson die Gesamtwirkung auf einige Zehntel einer Bogensecunde schätzte, glaubte Prof. Helmert dafür höchstens ein paar Hundertstelsecunden annehmen zu dürfen.

Man nahm daher bei den astronomischen und geodätischen Arbeiten die Lage der Erdaxe und damit die geographischen Coordinaten der Erdorte für unveränderlich an.

Es gehörte daher, wie Prof. Küstner selbst sagte, ein gewisser Muth dazu, vor die Oeffentlichkeit zu treten und zu sagen, die Lage der Erdaxe oder die Polhöhe ist veränderlich und hier sind die Beweise dafür. Die in den Jahren 1886—7 durchgeführte Bearbeitung seiner in den Jahren 1884—5 mit einer bis dahin niemals erreichten Schärfe angestellten Beobachtungen am Universal-Transit der Berliner Sternwarte über die Aberration der Fixsterne ergaben, dass die Beobachtungen unter einander nur dadurch in Einklang gebracht werden können, dass man annahm, die geographische Breite der Berliner Sternwarte habe vom Frühjahr 1884 bis zum Frühjahr 1885 um $0^{\circ}5$ abgenommen; die Maximalschwankung der geographischen Breite betrug innerhalb dieser Zeit sogar $0^{\circ}4$ bis $0^{\circ}5$.

Dieses überraschende Resultat wurde von der Fachwelt anfangs mit Bedenken aufgenommen und man glaubte die Ursache

davon in der ungünstigen Lage der Berliner Sternwarte, in einer möglicherweisen Unsymmetrie der Strahlenbrechung auf der Nord- und Südseite des Scheitelpunktes suchen zu müssen.

Durch das entschiedene Eintreten Prof. Förster's wurde jedoch in der im Jahre 1888 in Salzburg abgehaltenen Versammlung der permanenten Commission der internationalen Erdmessung die kräftigste Förderung der ganzen Untersuchung beschlossen und das unter Prof. Helmert's Leitung stehende Centralbureau der Erdmessung beauftragt, baldigst ein Zusammenwirken von mehreren Sternwarten zum Zwecke anhaltender gleichzeitiger Beobachtungen der geographischen Breiten nach dem von Prof. Küstner befolgten Verfahren zu organisiren und auch durch die Geldmittel der Erdmessung zu fördern.

Nachdem sich hierauf durch Beobachtungen an einigen mitteleuropäischen Sternwarten thatsächlich eine Veränderlichkeit der Polhöhe in dem von Küstner angegebenen Betrage gezeigt hatte, beschloss die obengenannte Commission auf ihrer Versammlung in Freiburg i. B. im Jahre 1890 baldigst eine Beobachtungsstation auf einem Mitteleuropa gerade gegenüberliegenden Meridiane, wofür Honolulu gewählt wurde, zu errichten und dort gleichzeitig mit den europäischen Stationen wenigstens ein Jahr hindurch den Gang der Polhöhe zu beobachten.

Wenn es auch nicht wahrscheinlich war, dass die in Europa beobachtete Polhöhenänderung durch eine Veränderlichkeit der Lothrichtung des Beobachtungsortes hervorgerufen werde, so sollte durch die Beobachtungen in Honolulu doch unzweifelhaft sichergestellt werden, ob die Erscheinung einer Lagenänderung der Erdaxe zuzuschreiben sei. Denn in diesem Falle musste der Gang der Polhöhenschwankung in Honolulu gerade den entgegengesetzten Verlauf von dem in Europa nehmen. Die von Dr. Marcuse in Honolulu vom 1. Juni 1891 bis 18. Mai 1892 angestellten Beobachtungen bestätigten nun thatsächlich das letztere und damit waren wohl die letzten Zweifler an der Realität der Veränderlichkeit der Polhöhen zum Schweigen gebracht.

Die bisherigen Beobachtungen zeigten deutlich, dass man es nicht mit einer bloss jährlichen Periode zu thun habe, welche etwa durch die jährliche Temperaturperiode in irgend einer naheliegenden Weise erklärt werden könnte. Die weiteren Beobachtungen, welche hierauf auch auf einigen aussereuro-

päischen Stationen angestellt wurden, ermöglichten den Verlauf der Polbewegung mit einiger Sicherheit darzustellen, der sich aber in recht verwickelter Form ergab.

Inzwischen beschäftigte man sich unablässig mit der theoretischen Erklärung der Erscheinung. Es wurde von Radau in Paris und in Anknüpfung an dessen kurze Veröffentlichungen eingehender von Prof. Helmert untersucht, wie sich denn überhaupt die Bewegung der Rotationsaxe im Erdkörper gestalten müsse, wenn die Lage der Hauptaxe selber periodische, z. B. durch meteorologische und hydrologische Vorgänge bedingte alljährliche Schwankungen erfahre, während gleichzeitig die Rotationsaxe um diese veränderliche Lage der Hauptaxe nach dem Euler'schen Gesetz unablässig zu einer konischen Bewegung gezwungen sei, deren volle Umlaufzeit bei ruhender Lage der Hauptaxe zehn Monate betragen würde. Radau's und Helmert's Untersuchungen ergaben das wichtige Resultat, dass eine jährliche Periode der Lagenänderung der Hauptaxe sich mit der zehnmonatlichen Periode der Bewegung der Rotationsaxe um die Hauptaxe zu einer grösseren Periode von fünf Jahren zusammensetzt, in denen fünf jährliche Perioden mit sechs vollen zehnmonatlichen Perioden zusammentreffen, und dass die sozusagen epicyklische Bewegung, welche der Pol der Rotationsaxe um den Pol der selber bewegten Hauptaxe beschreibt, alle fünf Jahre während zwei bis drei Jahren eine bedeutende Vergrößerung erfährt, während jene Bewegung sich innerhalb des übrigen Theiles der fünfjährigen Periode auf eine geringere Weite zusammenzieht.

Wodurch wird nun die jährliche Bewegung der Hauptaxe verursacht? Schon Bessel hat im Jahre 1818 nachgewiesen, dass durch die Ortsveränderung grosser Massen auf der Erde Lagenänderungen der Hauptaxe hervorgebracht werden, doch müssten diese Massen, um Verschiebungen der Hauptaxe von einer Bogensecunde zu erzeugen, schon so enorm sein, dass alles, was die Kräfte der Menschen auf der Erde verändern können, dafür zu unbedeutend wäre. Bessel dachte dabei nicht auf die natürlichen Massentransporte auf der Erde, von denen wir bereits oben kurz gesprochen haben und auf welche hervorragende Gelehrte, wie Thomson, Tisserand, Förster u. A. als die mögliche Ursache der Lagenänderung der Hauptaxe hingewiesen haben, ohne dass jedoch bisher darüber auf Grund der meteorologischen Beob-

achtungsergebnisse genauere Untersuchungen angestellt worden wären.

Die blossen Vermuthungen und Schätzungen gingen, wie bereits erwähnt, weit auseinander oder waren geradezu im Widerspruche. Dies veranlasste mich, die meteorologischen Verhältnisse der Erde näher zu untersuchen, ob solche und welche die Ursache von der in Rede stehenden Erscheinung sein können.¹⁾

Ein Blick auf die Isobarenkarten der Erde (Linien gleichen Luftdruckes) zeigt, dass sich während des Winters der nördlichen Hemisphäre, die mit 40% Festland bedeckt ist, über den Continenten eine bedeutende Anhäufung von Luft bildet, die im Sommer, wenn das Festland sich stärker als das Meer erwärmt, in der Höhe abfließt und einer Luftdruckdepression Platz macht, während jetzt die Luftmassen über den beiden grossen Meeresbecken der nördlichen Halbkugel, dem nordatlantischen und nordpazifischen Ocean, sowie über den Continenten und den umliegenden Meeren der südlichen Erdhälfte sich ablagern und hier barometrische Maxima bilden, wo im Jänner relativ niedriger Luftdruck geherrscht hat.

Diese Thatsachen warfen mir die Frage auf, ob diese Massenverschiebungen auf der Erde im Laufe des Jahres nicht eine Aenderung der Hauptträgheitsaxe derselben, wodurch Schwankungen der Breiten bedingt werden, zur Folge haben könnten. Um das Gewicht dieser sich umlagernden Massen zu bestimmen, wurde folgender Weg eingeschlagen. Aus den Isobarenkarten der beiden extremen Monate, Jänner und Juli, welche Prof. Hann in Berghaus' physikalischem Atlas veröffentlicht hat, wurden von 10 zu 10 Längen- und Breitengraden, mitunter auch noch auf dazwischenliegenden Punkten, die Barometerstände graphisch entnommen, die Differenzen Jänner-Juli derselben auf einer Karte eingetragen und die Orte gleicher Schwankung des Barometerstandes vom Jänner zum Juli von 2 zu 2 *mm* Barometerdifferenz durch Linien verbunden. Die Nulllinie verbindet alle Orte, welche zwischen Jänner und Juli keinen Unterschied im Luftdruck haben und trennt die Gebiete der Erde mit Drucküberschuss im Jänner von den Orten mit Drucküberschuss im Juli.

1) Die Ursache der Breitenschwankungen. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. LXIV. Band.

Eigentlich sollten hiezu nicht die auf den Isobarenkarten verwendeten, auf das Meeresniveau reducirten, sondern die wirklich herrschenden Barometerstände verwendet werden, da die thatsächliche Luftdruckdifferenz zwischen Jänner und Juli in Betracht kommt und nicht jene, wie sie sein würde, wenn die Continente bis zum Meeresniveau abgetragen wären. Doch ergibt sich ein zu beachtender Unterschied nur für die extremen Klimate und hochgelegenen Gebiete, während für die mittlere Höhe der Continente und für mässige Jahresschwankungen der Temperatur derselbe, wenigstens für die erste informatorische Untersuchung, unbeachtet bleiben durfte.

Aus diesem Grunde wird auch der weiter unten angegebene Luftdrucküberschuss im Jänner für Asien-Europa und Nordamerika etwas zu verkleinern sein.

Diese überschüssigen Luftmassen, welche im Jänner über Asien-Europa und Nordamerika, theilweise auch über Nordafrika und inselförmig über einem Gürtel um den 45. Grad südlicher Breite lagern, fliessen allmählich, wenn sich mit zunehmender Temperatur die Continente der Nordhalbkugel erwärmen, in der Höhe ab und wir finden sie im Juli über dem atlantischen und pacifischen Ocean, über Australien, Südafrika, Südamerika und den angrenzenden Meerestheilen, sowie wahrscheinlich auch zum Theil in den südlichen Polargegenden, von welchen aber wegen Mangel an Beobachtungen keine Isobarenkarten existiren, um daraus Aufklärung zu holen.

Diese im Laufe des Jahres auf der Erde wandernden Luftmassen kann man sich auch als Quecksilberschichte von der durch die Barometerdifferenz gegebenen Höhe denken, und es wird daher auch im Folgenden, um kleinere Zahlen zu haben, öfters statt von Luftmassen von Quecksilbermassen gesprochen werden.

Wie gross ist nun das Gewicht dieser vom Jänner zum Juli und umgekehrt sich umlagernden Luft- oder Quecksilbermassen?

Ohne auf die Art und Weise der Ausmessung der von mir construirten Karte, welche der vorhin erwähnten Abhandlung beigegeben ist, und der Berechnung der Volumina näher einzugehen, seien der Kürze halber hier nur die Resultate angegeben, u. z. das Gewicht der überschüssigen Luftmassen in Cubikkilometern Quecksilber.

Jänner:	Juli:
Asien-Europa . . . 902·463 km^3	Pacifischer Ocean . 119·894 km^3
Nordamerika . . . 108·071 „	Atlantischer Ocean 106·557 „
<hr/> Zusammen 1010·534 km^3	Australien 186·089 „
	Südafrika 204·134 „
	Südamerika 119·808 „
	<hr/> Zusammen 736·482 km^3

Aus dem bereits oben angegebenen Grunde sind die Gewichte der Luft über den Continenten, zumal über Asien etwas zu verkleinern. Es fliesst also die im Jänner über Asien-Europa, Nordafrika und Nordamerika angesammelte Luftmasse im Laufe der ersten Hälfte des Jahres von hier ab und es sammelt sich davon im Juli eine Menge im Gewichte von ungefähr 736 km^3 Quecksilber über dem pacifischen und atlantischen Ocean, über Australien, Südafrika und Südamerika, sowie über den angrenzenden Meerestheilen, um sich in der zweiten Hälfte des Jahres wieder über den erstgenannten Gegenden zu concentriren. Von den restlichen 274 km^3 , soweit sie nicht, wie erwähnt, von der Summe Europa-Asien und Nordamerika abgestrichen werden müssen, lagert sich ein Theil während des Winters (Juli) der südlichen Halbkugel in den Gegenden jenseits des 50. Breitenkreises.

Soll die gewaltige Luftanhäufung über Asien-Europa im Jänner die Lage der Hauptträgheitsaxe der Erde nicht ändern, so müsste diese Luftmasse im Juli auf der diametral gegenüberliegenden Seite der Erde sich ansammeln, was aber nicht der Fall ist, oder es müsste die Wirkung der von Nordamerika abfliessenden Luftmassen erstere Wirkung compensiren. Ein Blick auf die Zahlen der Gewichte der auf beiden Seiten lagernden Luftmassen lässt dies aber für unmöglich erscheinen.

Wenn man auch annimmt, dass die über Asien-Europa lagernde Luft nach allen Richtungen hin abfliesst und sich gleichmässig ausserhalb von Asien-Europa im Juli über die Erde lagert, so muss dies schon eine Verschiebung der Hauptträgheitsaxe zur Folge haben. Möge nun der Vorgang der Luftverlagerung wie immer sein, so ist der Gesamteffect derselben unausbleiblich eine Verschiebung der Hauptträgheitsaxe.

Es würde zu weit führen, die Berechnung dieser Verschiebung anzuführen und es wird deshalb auf die vorhin

citirte Abhandlung verwiesen. Es ergibt sich, dass durch die Umlagerung von Luft die Hauptträgheitsaxe der Erde vom Jänner zum Juli um $0^{\circ}21'22''$ nach der Richtung von 75° östl. Länge von Greenwich ausschlägt.

Verbindet man dieses Ergebnis mit den oben angeführten theoretischen Untersuchungen über die Polbewegung von Radau und Helmert, so lassen sich Formeln aufstellen, welche die Veränderungen der geographischen Breite und der Meridianrichtung auf den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zur Darstellung bringen.

Es spiegelt sich die Polbewegung in Form einer aus der Schwankung der Breiten und der Meridianrichtung zusammengesetzten epicykelartigen Bewegung wieder, deren regelmässiger Verlauf aber als von einer meteorologischen Ursache abhängig, die nicht Jahr für Jahr mit genau derselben Wirkung wiederkehrt, durch mehr oder weniger grosse Unregelmässigkeit gestört wird.

Sollen also unsere geodätischen Vermessungen und astronomischen Beobachtungen, die vom Erdort abhängig sind, jene Genauigkeit besitzen, dass sie den heutigen Anforderungen entsprechen, so müssten unablässig auf passend über die ganze Erde vertheilten Stationen die Bewegungen der Erdaxe beobachtet werden, um jederzeit die geodätischen und astronomischen Ergebnisse auf eine einheitliche mittlere Lage des Poles zurückführen zu können. Die permanente Commission der internationalen Erdmessung hat diese Aufgabe ernstlich in die Hand genommen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Spitaler Robert

Artikel/Article: [Die Schwankungen der Erdaxe, deren Ursachen und Folgeerscheinungen 100-110](#)