Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 108



ALFRED WEGENER:
Die Grazer Vorlesungsskripten

Johanna Geldner und Kurt Stüwe

Geologische Bundesanstalt

Berichte der Geologischen Bundesanstalt (ISSN 1017-8880) Band 108

Alfred Wegener

Die Grazer Vorlesungsskripten

Herausgeber:

Johanna Geldner und Kurt Stüwe

Geologische Bundesanstalt

Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 108
ISSN 1017-8880
Wien, im März 2015

Alfred Wegener
Die Grazer Vorlesungsskripten

Umschlaggestaltung: Monika Brüggemann-Ledolter, Geologische Bundesanstalt

Erste Umschlagseite: Das Physikinstitut der Karl-Franzens-Universität Graz. Wirkungsstätte von Alfred Wegener von 1924 – 1930

Alle Rechte für das In- und Ausland vorbehalten
© Geologische Bundesanstalt
Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:
Geologische Bundesanstalt, A-1030 Wien, Neulinggasse 38, www.geologie.ac.at
Die Autorinnen und Autoren sind für den Inhalt ihrer Arbeiten verantwortlich und sind mit der digitalen Verbreitung ihrer Arbeiten im Internet einverstanden.
Satz: Johanna Geldner und Kurt Stüwe, Universität Graz, Institut für Erdwissenschaften, A-8010 Graz, Heinrichstraße 26. Layout: Herbert Weishaupt, A-8342 Gnas
Druck: Riegelnik, Offsetschnelldruck, Piaristengasse 19, A-1080 Wien
Ziel der „Berichte der Geologischen Bundesanstalt <ISSN 1017-8880> ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse durch die Geologische Bundesanstalt
Die „Berichte der Geologischen Bundesanstalt“ sind im Buchhandel nicht erhältlich

Vorwort

Alfred Wegener (1880 – 1930) ist bekannt für die Entdeckung der „Theorie der Kontinentaldrift" im Jahr 1912, aber er hat sich auch einen Namen als Luftfahrtpionier und Grönlandforscher gemacht. Die vorliegende Publikation präsentiert 12 handschriftliche Manuskripte aus seiner Zeit als Professor für Meteorologie und Geophysik an der Universität Graz zwischen 1924 und 1930. Die Manuskripte wurden im Zusammenhang mit der Organisation eines Gedenksymposiums zum 100. Jubiläum seiner berühmtesten Entdeckung im Herbst 2012 in der Institutsbibliothek des Instituts für Meteorologie und Geophysik an der Universität Graz entdeckt. Obwohl zwei der zwölf Manuskripte handschriftliche Jahreszahlen vermerken, die deutlich vor Alfred Wegeners Grazer Zeit liegen, so wird doch angenommen, dass zumindest der Großteil der Manuskripte in Graz geschrieben oder zumindest benutzt wurde. Das erste und hier vollständig transkribierte Manuskript (Format 16 cm x 21 cm) hat den Subtitel „Antritts-Vorlesung". Nachdem Wegener in Graz das erste Mal in seinem Leben als Professor tätig war, ist es daher wahrscheinlich, dass dieses Manuskript in der Tat den Inhalt seiner Grazer Antrittsvorlesung vom 10. Mai 1924 wiedergibt, obwohl in der Literatur manchmal erwähnt wird, dass seine Antrittsvorlesung zum Thema Kontinentaldrift gewesen sei. In dem hier präsentierten Manuskript nimmt Wegener Bezug auf Aspekte der Relativitätstheorie, die erst um 1915 weitreichend etabliert wurde, sodass es wahrscheinlich ist, dass zumindest dieses Manuskript in Graz geschrieben wurde.

Preface

Alfred Wegener (1880 – 1930) is famous for his discovery of the theory of continental drift in 1912, but he also has a name as an aviation pioneer and as a Greenland explorer. This publication presents 12 hand written manuscripts of Alfred Wegener from his time as a professor for meteorology and geophysics at the university of Graz between 1924 and 1930. The manuscripts were discovered in the library of the department for meteorology and geophysics at Graz University, in the context of the organization of a symposium in honor of the 100th anniversary of Wegener's discovery of continental drift in late 2012. Although two of the manuscripts included handwritten dates that are substantially earlier than Wegener's years in Graz, it is assumed that the majority of the manuscript was written, or at least used, for his lectures in Graz. The first, and here completely transliterated manuscript (Format 16 cm x 21 cm) bears the sub-title „Inaugural Lecture". In view of the fact that Wegener's professorial position in Graz was his first, it is probably that this manuscript does indeed reflect the content of his inaugural lecture from May 10th 1924, although some literature sources report that this lecture dealt with the theory of continental drift. In the manuscript presented here, Wegener refers to aspects of the theory of relativity, which was only popularized around 1915, so that it is probable, that at least this manuscript was written at Graz University.

Inhalt

Einleitung 6

Antrittsvorlesung (samt vollständiger Transkription)

Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes bis zur Gegenwart. 13
(The Development of the Astronomical World View up to the Present)

Andere Manuskripte (Transkript der Titelseiten) 67

Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes in 2 Jahrtausenden –
III. Das Newtonsche Gravitationsgesetz 66

Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes in 2 Jahrtausenden –
IV. Die Kant-Laplacesche Theorie der Entstehung des Sonnensystems 68

Sonnen- u. Mondfinsternisse 70

Die Entstehungsgeschichte des Weltalls – Populärer Vortrag 72

Mars 74

Astrologie 76

Nutation und Präzession 78

Polarlicht 80

Die Gase der Atmosphäre 82

Unbenanntes Skript 84

Populäre Astronomie 86

Grönlandkarte 88

Einleitung



Abbildung 1: Alfred Wegener (1880 – 1930).

Alfred Wegener war Österreicher! Zumindest war er das seit 1924, als er die österreichische Staatsbürgerschaft angenommen hatte, die mit seiner Professur an der Grazer Universität verbunden war. Er tat dies, ohne zu zögern, und obwohl er zu diesem Zeitpunkt auch in Berlin, der Heimatstadt seiner Eltern, eine Professur angeboten bekam. Alfred Wegener hatte gute Erinnerungen an seine Innsbrucker Studienzeit und freute sich auf ein gemütliches Leben in Österreich, abseits der großstädtischen Hektik, die er aus Hamburg, Marburg und Berlin kannte. In der Tat war seine Familie so von der Grazer Idee begeistert, dass seine Schwiegereltern gleich mit nach Graz übersiedelten. Es war auch von Graz aus, dass Wegener in seiner Verantwortung als Professor für Meteorologie und Geophysik der Karl-Franzens-Universität Graz seine letzte Grönland-Expeditionen plante und schließlich auch durchführte. Interessanterweise ist diese Expedition unter dem Namen „Deutsche Grönland-Expedition Alfred Wegener“ in die Geschichte eingegangen. In seiner Zeit in Graz hielt Wegener eine Reihe von Vorträgen und wohl auch Vorlesungen für Studenten. Einige handschriftliche Skripten, die erst im Zusammenhang mit der 100-Jahr-Feier für Wegeners Entdeckung der Theorie der Kontinentaldrift im Jahr 2012 wiederentdeckt wurden, stammen wahrscheinlich von diesen Vorträgen. Die vorliegende Publikation präsentiert eine Reihe bislang unveröffentlichter Vorlesungsskripten aus dieser Grazer Zeit, insbesondere die Antrittsvorlesung von Wegener.

Alfred Wegener wurde am 1. November 1880 in Berlin als jüngster Sohn einer Pastorenfamilie geboren. Er studierte in Berlin, Heidelberg und Innsbruck Astronomie, aber wandte sich nach dem Abschluss seiner Dissertation 1904 schnell der Meteorologie zu, einer Disziplin, die sein älterer Bruder Kurt (1878 – 1964) bereits zu diesem Zeitpunkt ausübte. 1906 gelang es den zwei Brüdern, einen Weltrekord in der Luftfahrt aufzustellen. Sie verbrachten 52 Stunden in einem Heißluftballon über Deutschland. Im gleichen Jahr brach Wegener auch als Teilnehmer der dänischen Danmarks Expedition das erste Mal nach Grönland auf. Nach seiner Rückkehr 1908 arbeitete Wegener als Privatdozent und später im Physik-Institut der Universität Marburg. Er blieb mit seiner Familie bis 1919 in Marburg, aber die Marburger Jahre wurden durch Einberufungen in den Krieg und seine zweite Grönlandfahrt unterbrochen. Diese zweite Grönland-Expedition war die dänische Expedition von Peter Johan Koch (1870 – 1928) nach Königin-Louise-Land, auf der Koch und Wegener auch die erste Durchquerung von Nordgrönlands Inlandeis gelang. Zwei seiner drei Töchter wurden in den Marburger Jahren geboren, und es war auch hier, wo Wegener seine berühmtesten Publikationen veröffentlichte: 1912 die wissenschaftlichen Artikel zur Kontinentaldrift, 1911 sein Buch über die Thermodynamik der Atmosphäre und 1915 sein Buch „Die Entstehung der Kontinente und Ozeane“.



Abbildung 2: Alfred und Else Wegener mit ihren drei Töchtern und Schwiegereltern in Graz.
Alfred and Else Wegener with their three children and parents in law in Graz.

1919 trat Wegener eine Stelle als Abteilungsleiter an der Seewarte in Hamburg an, jene Stelle, die bislang sein Schwiegervater Wladimir Köppen (1846 – 1940) innegehalten hatte. Wegener liebte die Stadt Hamburg nicht sehr und hoffte noch immer auf eine Professur, die es ihm erlauben würde, in Ruhe seinen wissenschaftlichen Arbeiten nachzugehen. Als sich dann 1924 die Möglichkeit ergab, nach Graz zu gehen, fiel die Entscheidung leicht, und er blieb in Graz bis zu seinem Lebensende im grönländischen Inlandeis im Jahre 1930. Dieses unglaublich ausgefüllte und aktive Leben des Alfred Wegener ist in der Literatur oft erzählt worden und soll hier nicht ausführlicher als an dieser Stelle wiederholt werden. Seine Grazer Jahre kommen jedoch in vielen Zusammenfassungen seines Lebens nur sehr knapp vor. Die vorliegende Publikation soll helfen, diese Lücke zu schließen.

Am 28. April 1924 trat Alfred Wegener seine Stelle als Professor für Meteorologie und Geophysik in der Nachfolge von Professor Heinrich von Ficker (1881 – 1957) an. Schon am 10. Mai hielt er seine Antrittsvorlesung an der Grazer Universität. Einige Literaturquellen berichten, dass er diese Antrittsvorlesung zum Thema der Kontinentaldrift gehalten hatte. Das hier veröffentlichte Manuskript zeigt allerdings, dass es wahrscheinlich ist, dass Wegener es vorgezogen hatte, nicht dieses konfliktreiche Thema zu wählen, sondern über die Entwicklung des astronomischen Weltbildes referierte. Wegener war zunächst allein nach Graz übersiedelt, aber seine Familie folgte ihm nach, als er ein Domizil in der Grazer Blumengasse 9 gefunden hatte (heute Wegenergasse 9). Wegener war in Graz zwar in einem ruhigen Teil Mitteleuropas gelandet, der aber wissenschaftlich kaum aktiver hätte sein können: Gegenüber von seinem Institut lag das Institut von Fritz Pregl (1869 – 1930), der 1923 den Nobelpreis für Chemie bekommen hatte, nicht weit davon lag das Institut für





Abbildung 3, oben: Das Ensemble der „Bachmannkolonie“ in der Blumengasse, in der einst Alfred Wegener wohnte. Unten: Die Wegenergasse heute (2015).
Top: The ensemble of the „Bachmannkolonie“, part of the Blumengasse, where Alfred Wegener lived.
Bottom: The Wegenergasse today (2015).





Abbildung 4, oben: Das Wohnhaus Wegeners in der Blumengasse 9 (seit 1931 Wegenergasse) in Graz (Waltendorf). Den seitlichen Zubau mit Balkon ließ Wegener 1926 machen (Foto: apx 1950). Unten: Am einstigen Wohnhaus Alfred Wegeners, das 1972 umgebaut wurde, befindet sich seit 1980 eine Gedenktafel, die an den großen Forscher erinnert.
Top: The house of Wegener in the Blumengasse 9 (since 1931: Wegenergasse) in Graz (Waltendorf). The annex with the balcony was made by Wegener in 1926 (Foto: apx 1950). Bottom: At the former house of Alfred Wegener, which was totally rebuilt in 1972, a plaque commemorates since 1980 to the great scientist.

Pharmazie von Otto Loewi (1871 – 1971), der 1936 den Nobelpreis für Medizin bekommen sollte, und in seinem eigenen Gebäude arbeitete Victor Hess (1883 – 1964), der 1936 den Nobelpreis für Physik, für die Entdeckung der kosmischen Strahlung bekommen sollte. Die Physiker Ludwig Boltzmann (1844 – 1906) und Ernst Mach (1838 – 1916) hatten ebenfalls in seinem Gebäude gewirkt. Bei Vorträgen beim Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark diskutiere Wegener gerne mit dem Physiker Hanns Benndorf (1870 – 1953), der auch ein enger persönlicher Freund der Familie werden sollte. Privat lebte die Familie Wegener auch in vollkommener Zufriedenheit. Die Wochenenden wurden mit Wandern verbracht, und Schiurlaube in der Ramsau wurden zur Tradition. Insgesamt waren die Grazer Jahre sicherlich die glücklichsten in Wegeners Leben.

English translation:

Alfred Wegener was Austrian! At least he was Austrian since he had adopted the Austrian citizenship in 1924, that was connected to his professorial position at the University of Graz. He accepted the position and the citizenship without hesitation, although he was offered a professorial position in Berlin at roughly the same time – the home town of his parents. Alfred Wegener had good memories from his student days in Innsbruck and he was looking forward to a comfortable life in Austria, away from the stressful life that he knew from Berlin, Marburg and Hamburg. Indeed, the Wegener family was so looking forward to Graz, that his parents in law also moved to Graz. It was from Graz, and in his position as a professor for meteorology and geophysics at the Karl-Franzens-University of Graz, that Wegener planed, organized and eventually led his last Greenland expedition. Interestingly, this expedition is known as the „German Greenland Expedition Alfred Wegener". During his years in Graz, Wegener held a series of lectures and talks to students. A series of hand written manuscripts were discovered in the context of the 100 anniversary celebrations of his discovery of continental drift theory at Graz University in 2012. These manuscripts were written most likely for these lectures and are presented here. In particular the inaugural lecture of Alfred Wegener at the University of Graz.

Alfred Wegener was born on November 1st 1880 in Berlin as the youngest son of a pastors family. He studied astronomy at the universities of Berlin, Heidelberg and Innsbruck, but after finishing his PhD in 1904 he turned to meteorology, a discipline that his older brother Kurt (1878 – 1964) was already performing. In 1906 the two brothers established a world record: They spent 52 hours in a hot air balloon above Germany. In the same year, Wegener left for the first time to Greenland as part of the danish Danmarks expedition. Upon his return he worked at the university of Marburg, where became later a lecturer in the physics department. He and his family stayed in Marburg until 1919 but these years were interrupted by conscriptions to the war and his second Greenland expedition from 1912 – 1913. It was a danish expedition under the leadership of Johan Peter Koch (1870 – 1928) to Queen-Louise-Land, during which Wegener and Koch also managed to do the first crossing of the northern Greenland ice sheet. Two of Wegeners three daughters were born in the years in Marburg and it was here that Wegener published his most famous papers and books: 1912 his papers on the theory of continental drift, 1911 his book on the thermodynamics of the atmosphere and in 1915 his famous book „The Origin of the Continents and the Oceans". 1919 Wegener accepted a position at the Hamburger Seewarte, a position that was previously held by his father in law Wladimir Köppen (1846 – 1940). Wegener did not like Hamburg very much and was still hoping for a professorial position that would allow him to conduct his scientific research in a quiet environ-



Abbildung 5, links: Das Hauptgebäude der Karl-Franzens-Universität Graz und im Hintergrund das Physik-Institut, in dem Wegener wirkte. Rechts: Der Eingang des Physik-Institutes, in dem Wegener arbeitete.
Left: The main building of the Karl-Franzens University Graz and in the background the physics department where Wegener had his office. Right: the entrance to the physics department.

ment. When this possibility came up in 1924 in Graz, the decision was not a hard one. Wegener stayed in Graz until his death on the Greenland ice sheet in 1930. The story of Wegeners incredibly full and active life has been told many times in the literature and will not be repeated here more than in the above paragraph. However, details of his years in Graz are not often discussed in much detail. The present publication serves to close this gap.

On April 28th 1924 Wegener started his position as a professor for meteorology and geophysics as the successor of Professor Heinrich von Ficker (1881 – 1957). Already on Mai 10th he held his inaugural lecture at Graz University. Some literature sources report that his inaugural lecture dealt with the theme of continental drift theory. However, the manuscript published here, illustrates that he may have chosen not to touch upon this conflict laden subject and concentrate on the astronomical world view of the present. Wegener moved initially on his own to Graz, but his family followed as soon as he had found a place to live in the Blumengasse 9 (today: Wegenergasse 9). Wegener had arrived in Graz in a quite part of Europe, but Graz had an academic environment that could not have been more active: Across from his own institute there was the institute of Fritz Pregl (1869 – 1930), who had received the Nobel prize for chemistry in 1923; not far from there was the department of pharmacy, where Otto Loewi (1871 – 1971) worked who was to receive the Nobel prize for chemistry in 1936 and in his own department there was Victor Hess (1883 – 1964) who received the Nobel prize for physics in 1936 for the discovery of cosmic radiation. During talks at the Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark, Wegener love it to have discussions with the physicist Hanns Benndorf (1870 – 1953) who was to be become a close friend of the Wegener family. Privately the Wegener family also was completely content: On weekends they went for hikes in the surrounding mountains and skiing holidays in the Ramsau region became a tradition. Overall, the years that Wegener spent in Graz were clearly the happiest years in his life.

Die Entwicklung des astronomischen
Weltbildes bis zur Gegenwart.
(Antrittsvorlesung)

A. Wegener.

Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes bis zur Gegenwart
(Antrittsvorlesung)
A. Wegener

The Development of the Astronomical World View up to the Present
(Inaugural Lecture)
A. Wegener

Ich habe als Thema unserer Betrachtungen gewählt: Die Entwickelung des astronomischen Weltbildes bis zur Gegenwart", und ich muß meine Darlegungen gleich mit einer Entschuldigung beginnen.

Ein solches Gegenstand läßt sich ja in der Zeit von 3/4 Stunden nicht mit irgend welcher Vollständigkeit abhandeln. Schon in jeder Augenblicke da Weltgebäude besteht ja dieses „astronomische Weltbild" aus einem Komplex von Forschungsergebnissen, Hypothesen, Intuitionen und Wahrheiten, deren vollständige Aufzählung und Darstellung allein für sich schon ein umfangreiches Unternehmen wäre. ~~Wollte man nun mit der Entwickelung dieses Weltbildes Kontinuität verfolgen, so müßte man, wenn man Vollständigkeit anstrebt, die Änderung aller dieser Faktoren mit der Zeit~~

Dazu dies wäre gewissermaßen erst eine Momentaufnahme. Wollte man nun noch die Entwicklung dieses Weltbildes schildern, so müßte man, wenn man Vollständigkeit anstrebt, den Änderungen aller dieser Faktoren mit der Zeit, von ihrem Ursprung bis zu ihrem Erlöschen bezw. bis zur Gegenwart, sorgsam nachgehen. — Dies kann natürlich nicht unsere Aufgabe sein. Wir müssen uns vielmehr darauf beschränken, einzelne Phasen der Entwicklung herauszugreifen, gewissermaßen also einige wenige typische Momentbilder zu geben, und auch bei diesen Momentbildern müssen wir uns darauf beschränken, nur das Hauptmotiv flüchtig zu skizzieren, ohne uns bei den weiteren Details des Bildes aufzuhalten.

Ich habe als Thema unserer Betrachtungen gewählt: Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes bis zur Gegenwart, und ich muss meine Darlegungen gleich mit einer Entschuldigung beginnen. Ein solcher Gegenstand lässt sich ja in der Zeit von ¾ Stunden nicht mit irgendwelcher Vollständigkeit abhandeln. Schon in jedem Augenblick der Weltgeschichte besteht ja dieses „astronomische Weltbild" aus einem Komplex von Forschungsergebnissen, Hypothesen, Irrtümern und Wahrheiten, deren vollständige Aufbereitung und Darstellung allein für sich schon ein umfangreiches Unternehmen wäre.
Doch dies wäre gewissermaßen erst eine Momentaufnahme: Wollte man nun noch die Entwicklung dieses Weltbildes schildern, so müsste man, wenn man Vollständigkeit anstrebt, den Änderungen all dieser Faktoren mit der Zeit, von ihrem Ursprung bis zu ihrem Erlöschen bzw. bis zur Gegenwart, sorgsam nachgehen. Dies kann natürlich nicht unsere Aufgabe sein. Wir müssen uns vielmehr darauf beschränken, einzelne Phasen der Entwicklung herauszugreifen, gewissermaßen also einige wenige typische Momentbilder zu geben, und auch bei diesen Momentbildern müssen wir uns darauf beschränken, nur das Hauptmotiv flüchtig zu skizzieren, ohne uns bei den weiteren Details des Bildes aufzuhalten.

English translation:

As the subject of our discussion I have chosen: The development of the astronomical world view up to the present and I have to begin my explanations with an excuse already. Such a subject cannot with any integrity be treated within a period of 45 minutes. In every moment of the world's history, this „astronomical world view" is made out of an amalgamation of scientific results, hypotheses, falsities and truths, the complete reconstruction and demonstration of which would be an extensive undertaking for itself.
But even that would be to some extent a snapshot: If wanting to describe the development of this world view, one would have to, if aiming for completeness, carefully investigate the changes of all these factors over the time, from their origin until their expiration, or in other words until the present. Obviously, this cannot be our task. We must rather confine ourselves to point out individual stages of the development, to give a few typical momentary images and also with these we must limit ourselves to briefly outline the main motive, not spending too much time with the details of the image.

Die Entwickelung des astronomischen Weltbildes bis zur Gegenwart.

Wenn gegenwärtig das kosmische Problem, die Frage nach der Beschaffenheit der Welt in astronomischem Sinne, ausschließlich in den Händen der exakten Naturforschung liegt, so war dies keineswegs immer der Fall. In früheren Zeiten, namentlich bei den Griechen, lag sie vielmehr in den Händen der spekulativen Philosophie und trotzdem hier bereits eine lange Skala der Entwickelung.

Aber schon lange bevor sich die griechischen Philosophen Ihre Gedanken über die Beschaffenheit der ~~Welt~~ Gestirne machten, gab es in den ältesten Kulturcentren der Chinesen, Babylonier, Ägypter, Inder eine Astronomie im Sinne einer exakten Wissenschaft, die ~~sicherlich~~ die Grundlage eines astronomischen Weltbildes abgab. Allein von jenen alten Kulturen ist uns so wenig erhalten, daß es nicht möglich ist, die damaligen Vorstellungen über den Bau des Weltalls mit Sicherheit zu rekonstruieren. Wir müssen zufrieden sein, wenn wir ein einigermaßen richtiges Bild über den damaligen Stand der exakten Forschung, also über die Grundlagen dieses Weltbildes, gewinnen können. Das Wesen dieser ältesten Astronomie ist gekennzeichnet durch die Periodenrechnung. Auf rein statistischem Wege hatte man entdeckt, daß sich die meisten Erscheinungen am Himmel in gewissen Perioden wiederholten. Die wichtigste derartige

Wenn gegenwärtig das kosmische Problem, die Frage nach der Beschaffenheit der Welt im astronomischen Sinne, ausschließlich in den Händen der exakten Naturforschung liegt, so war dies keineswegs immer der Fall. In früheren Zeiten, namentlich bei den Griechen, lag sie vielmehr in den Händen der spekulativen Philosophie und durchlief hier bereits eine lange Skala der Entwicklung.
Aber schon lange bevor sich die griechischen Philosophen ihre Gedanken über die Beschaffenheit der Gestirne machten, gab es in den ältesten Kulturzentren der Chinesen, Babylonier, Ägypter, Inder eine Astronomie im Sinne einer exakten Wissenschaft, die die Grundlage eines astronomischen Weltbildes abgab. Allein von jenen alten Kulturen ist uns so wenig erhalten, dass es nicht möglich ist, die damaligen Vorstellungen über den Bau des Weltalls mit Sicherheit zu rekonstruieren. Wir müssen zufrieden sein, wenn wir ein einigermaßen richtiges Bild über den damaligen Stand der exakten Forschung, also über die Grundlage dieses Weltbildes, gewinnen können. Das Wesen dieser ältesten Astronomie ist gekennzeichnet durch die Periodenrechnung. Auf rein statistischem Wege hatte man entdeckt, dass sich die meisten Erscheinungen am Himmel in gewissen Perioden wiederholten. Die wichtigste derartige ...

English translation:

It was not always the case that the cosmic problem, the question of the nature of the world in an astronomic sense is in the hands of the exact sciences. In earlier times, especially among the Greeks, it was rather in the hands of speculative philosophy and went already then through a long period of development.
But long before the Greek philosophers wondered about the nature of the stars, there existed an astronomy in the sense of an exact science in the oldest cultural centers of the Chinese, Babylonians, Egyptians and Indians. This laid a base for an astronomical world view. However, of those ancient cultures there is so little preserved, that it is not possible to reconstruct their ideas about the construction of the universe with certainty. We must be content if we can provide a reasonably accurate picture of the state of exact research back then, thus to win a picture about the base of the world view. The essence of this ancient astronomy is characterized by calculating in periods. On a solely statistical approach it had been discovered that most phenomena in the sky repeat in certain periods. The most important ...

Periode war naturgemäß die Folge der Jahreszeiten und alles was damit in Zusammenhange steht. Aber auch für die sonstigen markanteren Erscheinungen des gestirnten Himmels hatte man Perioden gefunden, in denen sich diese wiederholen. Die berühmteste derartige Periode ist der sog. Saros, ~~eine~~ von 223 Monaten, nach deren Ablauf sich alle Sonnen- und Mondfinsternisse wieder in derselben Reihenfolge wiederholen. Diese Perioden waren rein empirisch ermittelt, in ähnliche Weise wie heutzutage etwa die Periode der Sonnenflecken oder die der Klimaschwankungen, ohne daß wir die Ursache dieser rythmischen Wiederholungen anzugeben vermöchten. Das Verfahren ist also ein rein statistisches.

~~Es ist sehr wahrscheinlich, daß in China und auch in Babylon~~ Unterstützt wurde diese Methode durch den Umstand, daß die Beobachtung der Gestirne in jenen ältesten Zeiten mit zu den religiösen Ceremonien zählte und von den Priestern ausgeübt wurde, deren Aufzeichnungen sich innerhalb dieser Kaste forterbten und ausserordentlich lange erhalten blieben.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß in China und auch in Babylon bereits die Kugelgestalt der Erde und manches andere erkannt worden war,

... Periode war naturgemäß die Folge der Jahreszeiten und alles was damit in Zusammenhang steht. Aber auch für die sonstigen markanteren Erscheinungen des gestirnten Himmels hatte man Perioden gefunden, in denen sich diese wiederholen. Die berühmteste derartige Periode ist der sogenannte Saroszyklus [1)] , von 223 Monaten, nach dessen Ablauf sich alle Sonnen- und Mondfinsternisse wieder in derselben Reihenfolge wiederholen. Diese Perioden waren rein empirisch ermittelt, in ähnlicher Weise wie heutzutage etwa die Periode der Sonnenflecken oder die der Klimaschwankungen, ohne dass wir die Ursache dieser rhythmischen Wiederholungen anzugeben vermöchten. Das Verfahren ist also ein rein statistisches. Unterstützt wurde diese Methode durch den Umstand, dass die Beobachtung der Gestirne in jenen ältesten Zeiten mit zu den religiösen Zeremonien zählte und von den Priestern ausgeübt wurde, deren Aufzeichnungen sich innerhalb dieser Kaste forterbten und außerordentlich lange erhalten blieben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in China und auch in Babylon bereits die Kugelgestalt der Erde und manches andere erkannt worden war, ...

English translation:

... period was naturally the sequence of the seasons and all that is associated with it. But also for other more striking phenomena of the star covered skies periods were found, in which these repeat. The most famous of these periods is the so-called Saros cycle [1)] of 223 months, after which all eclipses repeat in the same order. These periods were determined exclusively empirically, in a similar way as the period of sunspots or the climate variability today, without the ability to specify the cause of these rhythmic repetitions. As such, the method is purely statistical. This method was also supported by the circumstance that the observation of the stars in those ancient times was part of the religious ceremonies and practiced by the priests, whose recordings were inherited within this caste and preserved for a long time. It is very likely that the spherical shape of Earth, and many other things had already been recognized in China and in Babylon, ...

1) Der Saroszyklus ist eine Reihe von Sonnen- oder Mondfinsternissen, mit einer Periode von 18,03 Jahren. (The Saroscycle is a series of eclipses, with a period of 18,03 years.)

wes später bei den ältesten griechischen Philosophen wieder verloren ging. Allein wie schon erwähnt, ist uns so wenig aus jenen Zeiten erhalten, daß es unmöglich ist, das damalige astronomische Weltbild zu rekonstruieren.

Erst von den Griechen ab können wir die Wandlungen dieser Vorstellungen kontinuierlich verfolgen. Ihre ältesten Denker formen ihr Weltbild ganz voraussetzungslos, ohne irgend etwas aus fremden Kulturen zu übernehmen. Aber es ist karakteristisch für den regsamen spekulativen Geist der Griechen, daß sie, obwohl jeder empirischen Basis ermangelnd, die ganze Skala astronomischen Erkennens bis zu einer Höhe durcheilten, ~~selbst die exakte Form~~ zu der ihnen die exakte Forschung erst in der Neuzeit zu folgen vermochte.

Bei Homer und den ionischen Philosophen finden wir keine anderen Vorstellungen, als wie sie dem unmittelbaren Eindruck eines naiven Beobachters entsprechen: die Erde eine tellerförmige Scheibe, die in der Mitte das Mittelmeer trägt und am Rande durch den Fluß Okeanos begrenzt wird. Der Himmel ist eine Glocke, und zwar keine Halbkugel, sondern flach gewölbt, wie dies in der Tat dem aufmerksamen Beobachter erscheint.

Einen wesentlichen Fortschritt sehen wir erst bei den Pythagoreern. Hier war die Kugelgestalt der

... was später bei den ältesten griechischen Philosophen wieder verloren ging. Allein, wie schon erwähnt, ist uns so wenig aus jenen Zeiten erhalten, dass es unmöglich ist das damalige astronomische Weltbild zu rekonstruieren.
Erst von den Griechen ab können wir die Wandlungen dieser Vorstellungen kontinuierlich verfolgen. Ihre ältesten Denker formen ihr Weltbild ganz voraussetzungslos, ohne irgendetwas aus fremden Kulturen zu übernehmen. Aber es ist charakteristisch für den regsamen spekulativen Geist der Griechen, dass sie, obwohl jeder empirischer Basis ermangelnd, die ganze Skala astronomischen Erkennens bis zu einer Höhe durcheilten zu der ihnen die exakte Forschung erst in der Neuzeit zu folgen vermochte.
Bei Homer und den ionischen Philosophen finden wir keine anderen Vorstelllungen, als wie sie dem unmittelbaren Eindruck eines naiven Beobachters entsprechen: die Erde eine tellerförmige Scheibe, die in der Mitte das Mittelmeer trägt und am Rande durch den Fluss Okeanos begrenzt wird. Der Himmel ist eine Glocke, und zwar keine Halbkugel sondern flach gewölbt, wie dies in der Tat dem aufmerksamen Beobachter erscheint. Einen wesentlichen Fortschritt sehen wir erst bei den Pythagoreern. Hier war die Kugelgestalt der ...

English translation:

... which was lost later with the earliest Greek philosophers. But, as already mentioned, we retain so little from those times, that it is impossible to reconstruct their astronomical worldview.
Only since the Greeks we can track the changes of these ideas continuously. The Greek's oldest thinkers constituted their worldview without preoccupations and without taking anything from foreign cultures. But it is characteristic for the alert creative spirit of the Greeks, that – although they lacked any empirical base – they detected the whole range of astronomical knowledge to an extent, which can only be followed by the exact science of modern times.
In Homer and the Ionian philosophers we find no other conceptions, as they correspond to the immediate impression of a naive observer: Earth is a saucer-shaped disc carrying the Mediterranean Sea in its center and bordered on the edge by the river Okeanus. The sky is a dome shaped structure, not curved as a hemisphere, but much flatter, as it in fact appears to an attentive observer. We see a significant advancement over these ideas not until the Pythagoreans. Here the sphericity ...

Erde klar erkannt, den ~~Planeten~~ Planeten wurden verschiedene Abstände von der Erde angewiesen, ~~sie~~ und ganz außen lagen die Fixsterne in einer alles andere umschließenden Kugelschale. Dies war zum ersten Male ein eigentliches, konsequent durchdachtes System, das manche Wahrheiten enthielt. Wie wenig dies System aber auf exakter empirischen Basis beruhte, zeigen die höchst phantastischen Zusätze und näheren Bestimmungen. Die Entfernungen der Planeten von der Erde wurden so angenommen, daß sie den Saitenlängen bei den Tönen der Oktave entsprachen, und durch ihren gemeinsamen Umschwung wurde die Harmonie der Sphären erzeugt, ein ~~Ton~~ köstlichen Ton, den wir nur deswegen nicht mehr zu hören vermögen, weil unser Ohr von Jugend auf daran gewöhnt ist, wie wir ebenso gut das Ticken einer Uhr in unserem Zimmer nicht mehr wahrnehmen.

In der späteren Zeit tritt in der pythagoreischen Schule die Lehre von der Rotation der Erde auf, allein es ist kein Zweifel, daß die ursprüngliche Lehre des Pythagoras statt dessen eine andere, höchst phantastische Vorstellung enthielt, die denselben Zwecke dienen sollte, den gemeinsamen täglichen Umschwung des Himmelsgewölbes nur als ein Spiegelbild einer

... Erde klar erkannt, den Planeten wurden verschiedene Abstände von der Erde ausgewiesen und ganz außen lagen die Fixsterne in einer alles andere umschließenden Kugelschale. Dies war zum ersten Male ein eigentliches, konsequent durchdachtes System, das manche Wahrheiten enthielt. Wie wenig dies System aber auf exakte empirische Basis beruhte, zeigen die höchst phantastischen Zusätze und näheren Bestimmungen. Die Entfernungen der Planten von der Erde wurden so angenommen, dass sie den Saitenlängen bei den Tönen der Oktave entsprachen, und durch ihren gemeinsamen Umschwung wurde die Harmonie der Sphären erzeugt, ein köstlicher Ton, den wir nur deswegen nicht mehr zu hören vermögen, weil unser Ohr von Jugend auf daran gewöhnt ist, wie wir schließlich das Ticken einer Uhr in unserem Zimmer nicht mehr wahrnehmen.
In der späteren Zeit tritt in der pythagoreischen Schule die Lehre von der Rotation der Erde auf. Allein, es ist kein Zweifel, dass die ursprüngliche Lehre des Pythagoras statt dessen eine andere, höchst phantastische Vorstellung enthielt, die demselben Zwecke dienen sollte, den gemeinsamen täglichen Umschwung des Himmelsgewölbes nur als ein Spiegelbild einer ...

English translation:

... of Earth was clearly recognized, the planets were allocated different distances from Earth, and all stars were outside in an all-encompassing sphere. For the first time this was a real, consistently thought-out system, which contained some truth. How little this system was based on a precise empirical foundation is shown by its additions and qualifiers. The distances of the planets from Earth were assumed to correspond to the string lengths of musical instruments in the tones of the octave, and by their resonance the harmony of the spheres was created, a delicious sound that we are no longer able to hear, because our ears are used to it since youth. This is how we no longer perceive the ticking of a clock in our room.
At later times the Pythagorean school introduced the doctrine of the rotation of Earth, but there is no doubt that the original teachings of Pythagoras instead contained a different, highly fantastic idea, which was to serve the same purpose, namely to explain the common daily changes of the skies as a reflection of ...

Bewegung unserer Erde zu erklären. Es ist dies die Lehre vom Centralfeuer oder Hestia, um welches die Erde in 24 Stunden kreisen sollte, wobei sie diesem Feuer stets dieselbe Seite zukehrte, ebenso wie der Mond auch der Erde stets dieselbe Seite zuwendet. Da wir auf der dem Feuer abgekehrten Seite wohnen, bleibt uns dies ewig unsichtbar. Die Gestirne strahlen sämtlich nur in reflektiertem Licht, dessen einzige Quelle das Centralfeuer ist, nur der helle Glanz der Sonne wird durch eine besondere krystallähnliche oder spiegelnde Beschaffenheit des Sonnenkörpers erklärt. Um endlich die heilige 10-Zahl der Sphären voll zu machen, nahm man noch eine Gegenerde an, die von der Erde aus stets hinter dem Centralfeuer liegt und uns somit auch stets unsichtbar bleiben muß.

So phantastisch dieses pythagoreische Kosmos (das Wort tritt hier auch zum ersten Male auf) ist, so bildet es doch ein abgeschlossenes, mit einer großen Konsequenz durchdachtes Ganze. Die späteren Philosophen haben sich meist nur sehr kurz mit dem kosmischen Problem beschäftigt. Wie schon erwähnt, tritt bereits in der späteren pythagoreischen Schule die Lehre von der Rotation der Erde auf. Ihr Urheber ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln.

... Bewegung unserer Erde zu erklären. Es ist dies die Lehre vom Centralfeuer oder Hestia, um welches die Erde in 24 Stunden kreisen sollte, wobei sie diesem Feuer stets dieselbe Seite zukehrte, ebenso wie der Mond auch der Erde stets dieselbe Seite zuwendet. Da wir auf der ferner abgekehrten Seite wohnen, bleibt uns dies ewig unsichtbar. Die Gestirne strahlen sämtlich nur in reflektiertem Licht, dessen einzige Quelle das Zentralfeuer ist, und der helle Glanz der Sonne wird durch eine besondere krystallähnliche oder spiegelnde Beschaffenheit des Sonnenkörpers erklärt. Um endlich die heilige 10-Zahl der Sphären voll zu machen, nahm man noch eine Gegen-Erde an, die von der Erde aus stets hinter dem Centralfeuer liegt und uns somit auch stets unsichtbar bleiben muss.
So phantastisch dieser pythagoreische Kosmos (das Wort tritt hier auch zum ersten Male auf) ist, so bildet er doch ein abgeschlossenes, mit einer großen Konsequenz durchdachtes Ganzes. Die späteren Philosophen haben sich meist nur sehr kurz mit dem kosmischen Problem beschäftigt. Wie schon erwähnt, tritt bereits in der späteren pythagoreischen Schule die Lehre von der Rotation der Erde auf. Ihr Urheber ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln.

English translation:

... the movement of our Earth. This is the doctrine of the central fire or Hestia, around which the Earth rotates within 24 hours, always having the same side turned to this fire, just as the Moon has always its same side turned to Earth. Since we live on the side, that does not face Hestia, it remains invisible for us. All the stars only shine through the reflected light, the only source of which is the central fire. The bright glare of the sun is explained by a particular crystal-like or reflective nature of the solar body. In order to complete the holy number 10 with respect to the spheres, a counter-Earth was invented, which lies behind the central fire and therefore always remains invisible to us.
As fantastic, as the Pythagorean cosmos (in this context the word is used for the first time) is, it forms a consistent system, with a consistent concept. Usually, the later philosophers have only dealt very briefly with the cosmic problem. As mentioned earlier, already in the later Pythagorean school the doctrine of the rotation of Earth occurs. However, its originator cannot be determined with certainty.

Bei dem Fehlen aller empirischen Beweise ging aber auch diese Wahrheit wie die folgenden für die exakte Forschung verloren. Axendrehung

Aber nicht nur die ~~Rotation~~ der Erde, sondern auch ihr jährlicher Umlauf um die Sonne wurde bereits im Altertum erkannt und somit das heliocentrische System begründet. Leider sind uns nur sehr unvollkommene Nachrichten über diesen Höhepunkt der kosmischen Spekulationen der Griechen erhalten geblieben. Aristarch von Samos verfaßte etwa ein Jahrhundert nach Plato eine Schrift „Über die Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes", von der uns nur der Titel überliefert ist. Über den Kernpunkt seiner Lehre berichtet aber Archimedes in der sog. Sandrechnung, wo er sagt

„Nach Aristarchs Meinung ist die Welt viel größer, denn er setzt voraus, daß die Sterne und die Sonne unbeweglich seien, daß die Erde sich um die Sonne als Centrum bewege, und daß die Fixsternsphäre, deren Zentrum ebenfalls in der Sonne liege, so groß sei, daß der Umfang des von der Erde beschriebenen Kreises sich zu der Distanz der Fixsterne verhalte wie das Zentrum eines Kreises zu seinem Umfang."

Bei dem Fehlen aller empirischen Beweise ging aber auch diese Wahrheit wie die folgenden für die exakte Forschung verloren. Aber nicht nur die Axendrehung der Erde, sondern auch ihr jährlicher Umlauf um die Sonne wurde bereits im Altertum erkannt und somit das heliozentrische System begründet. Leider sind uns nur sehr unvollkommene Nachrichten über diesen Höhepunkt der kosmischen Spekulationen der Griechen erhalten geblieben. Aristarch von Samos verfasste etwa ein Jahrhundert nach Plato eine Schrift „Über die Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes", von der uns nur der Titel überliefert ist. Über den Kernpunkt seiner Lehre berichtet aber Archimedes in der sogenannten Sandrechnung, wo er sagt: „Nach Aristarchs Meinung ist die Welt viel größer, denn er setzt voraus, dass die Sterne und die Sonne unbeweglich seien, dass die Erde sich um die Sonne als Centrum bewege, und dass die Fixsternsphäre, deren Zentrum ebenfalls in der Sonne liege, so groß sei, dass der Umfang des von der Erde beschriebenen Kreises sich zu der Distanz der Fixsterne verhalte wie das Zentrum eines Kreise zu seinem Umfang."

English translation:

In the absence of any empirical evidence this truth was lost for exact science just as the following. However, not only the axial-rotation of Earth, but also its annual orbit around the sun was already recognized in antiquity and thus founded the heliocentric system. Unfortunately, very incomplete records about this highlight of cosmic speculation of the Greeks are preserved. Aristarchus of Samos wrote about a century after Plato a paper "On the size and distance of the Sun and the Moon," but only the title of this document is known to us today. About the core of his teaching though, Archimedes reported in the so-called sand reckoner, where he wrote: "According to Aristarch the world is much larger, because he assumes that the stars and the sun are immobile, that the Earth moves around the sun, and that the sphere of the fixed stars, the center of which is also the sun, is so large that – in relationship with the extent of the circle described by the Earth – it is like the relationship of the circumference of a circle to its center."

Wie man sieht, ist hier bereits der nahe liegende Einwurf, dass die Fixsterne eine Parallaxe zeigen müssten, beseitigt, der später von Tycho gegen Kopernikus geltend gemacht wurde.

Es wird ferner berichtet, dass Seleukos späterhin das heliocentrische System mit Gründen verfochten haben soll, doch ist weiter nichts über ihn bekannt, und es ist auch nicht daran zu zweifeln, dass es sich hier nur um eine rein spekulative Begründung handelte, die nicht aus empirischen Beobachtungen geschöpft wurde.

Hätte man schon damals über eine hinreichende empirische Basis verfügt, der man die Gründe für diese Wahrheiten entnehmen konnte, so wären sie schon damals Eigentum der exakten Forschung geworden und nicht wieder verloren gegangen. Aber so gross die Griechen auf dem Gebiet der Hypothesis standen, so wenig erkannten sie die Notwendigkeit der Beobachtung, und die exakte Forschung musste deshalb an eine viel tiefere Stufe anknüpfen, ohne einen Nutzen von den letzterwähnten Hypothesen der Rotation und des heliocentrischen Systems zu gewinnen.

Wie man sieht, ist hier bereits der nahe liegende Einwurf, dass die Fixsterne eine Parallaxe zeigen müssen, beseitigt, der später von Tycho gegen Kopernikus geltend gemacht wurde. Es wird ferner berichtet, dass Seleukos [1)] späterhin dies heliozentrische System mit Gründen verfochten haben soll, doch ist weiter nichts über ihn bekannt, und es ist auch nicht daran zu zweifeln, dass es sich hier nur um eine rein spekulative Begründung handelte, die nicht aus empirischen Beobachtungen geschöpft wurde.
Hätte man schon damals über eine hinreichende empirische Basis verfügt, der man die Gründe für diese Wahrheiten entnehmen konnte, so wären sie schon damals Eigentum der exakten Forschung geworden und nicht wieder verloren gegangen. Aber so großes die Griechen auf dem Gebiet der Hypothese leisteten, so wenig erkannten sie die Notwendigkeit der Beobachtung, und die exakte Forschung musste deshalb an eine viel tiefere Stufe anknüpfen, ohne einen Nutzen von den letzter erwähnten Hypothesen der Erd-Rotation und des heliozentrischen Systems zu gewinnen.

English translation:

As can be seen, the obvious argument, that the fixed stars should show a parallax, has been removed here already. Much later this very argument was used by Tycho, in his discussion with Copernicus. It is further reported that Seleucus [1)] was fighting for this heliocentric system, but nothing more is known about him, and it is not to doubt that it was only a speculative explanation that was not based on any empirical observations.
If a sufficient empirical foundation had existed at this time, from which one could ascertain the reasons for these truths, they would have become the property of exact research then already, and not lost again. But as great as the achievements of the Greeks in the field of hypotheses might have been, so little they recognized the necessity of observation. Exact research therefore had to start on a much deeper level, without benefiting from the above-mentioned hypotheses of the Earth's rotation and the heliocentric system.

1) Seleukos war ein griechischer Astronom, der um 190 vor Christus lebte.
(Seleucos was a Greek astronomer living around 190 before Christ.)

Es scheint eine Stelle in Platos Republik zu sein, (um d. J. 400 v. Chr.)
welche seinem Schüler Eudoxus die Anregung gegeben
hat, die Bewegungen des gestirnten Himmels
durch ein System homocentrischer Kugelsphären
nachzubilden und so die Grundlage für
eine erste Himmelsmechanik zu liefern.
Das Wesen dieser Theorie (des Eudoxus) lag in der Homocentrizität
aller ~~Sphären~~ in einander geschachtelter Sphären.
Jede Sphäre rotierte um eine Axe, die durch
den Mittelpunkt des ganzen Systems, die Erde,
ging, und die mit den beiden Enden an der
nächst äußeren Sphäre befestigt war. Durch
Kombination einer hinreichenden Anzahl solcher
Sphären war man in der Tat im Stande, die
Bewegungen der Planeten mit einer für die
damalige Zeit hohen mathematischen Voll-
endung nachzubilden. Weitergeführt wurde diese
Himmelsmechanik durch Calippus und später
durch Aristoteles. Mit dem Anspruch auf ~~Genauigkeit~~
Genauigkeit ergab (wachsenden) sich die Notwen-
digkeit, die Anzahl der Sphären immer mehr
zu vergrößern, zumal da man die sogen.
rückwirkenden Sphären einführte. Weil nämlich

Es scheint eine Stelle in Platos Republik zu sein, welche seinem Schüler Eudoxus in der 1. Hälfte des 4. Jahrhunderts vor Christus die Anregung gegeben hat, die Bewegungen des gestirnten Himmels durch ein System homozentrischer Kugelsphären nachzubilden und so die Grundlage für eine erste Himmelsmechanik zu liefern. Das Wesen dieser Theorie des Eudoxus lag in der Homozentrizität [1)] aller ineinander geschachtelten Sphären. Jeder Sphäre rotierte um eine Achse, die durch den Mittelpunkt des ganzen Systems, die Erde ging, und die mit den beiden Enden an der nächst äußeren Sphäre befestigt war. Durch Kombination einer hinreichenden Anzahl solcher Sphären war man in der Tat im Stande, die Bewegungen der Planeten mit einer für die damalige Zeit hohen mathematischen Vollendung nachzubilden. **VV**
Weitergeführt wurde diese Himmelsmechanik durch Calippus und später Aristoteles. Mit dem wachsenden Anspruch auf Genauigkeit ergab sich die Notwendigkeit, die Anzahl der Sphären immer mehr zu vergrößern, zumal da man die sogenannten rückwirkenden Sphären einführte. Weil nämlich ...

English translation:

There seems to be a part in Plato's republic that inspired his student Eudoxus in the first half of the 4th century before Christ, to make the suggestion to replicate the movements of the starry skies through a system homo centric, spheres, and thus to provide the basis for a first celestial mechanics. The essence of this theory of Eudoxus was the homocentricity [1)] of all nested spheres. Each sphere was thought to rotate about an axis that went through the center of the whole system, the Earth, and was attached with both ends of the next outer sphere. By combining a sufficient number of such spheres it was in fact possible to track the movements of the planets at a mathematical perfection that was high for its time. **VV**
This model for celestial mechanics was further expanded by Calippus and later by Aristotle. With the growing demand for accuracy the need arose to increase the number of spheres more and more, especially because the so-called retrospective spheres were introduced. Namely, because ...

Anmerkung: Bei VV auf dieser Seite plante Wegener den Text der nächsten Seite einzufügen.
(At VV on this page, Wegener had planned to insert the text from the next page.)

1) Homozentrizität beschreibt die von Eudoxus entwickelte mathematische Darstellung der Sphären, auf denen die Planeten liegen und sich um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehen.
(Homocentricity means the mathematical representation of the spheres, which are rotating around the common center.)

VV. Für die Darstellung der Mondbewegung nahm Eudoxus 3 ~~•~~ in einander geschachtelte Sphären an, von denen die äußerste den täglichen Umschwung erzeugte, während die 2. den monatlichen Umlauf und die 3. solche den Mond wirklich trug, die Knotenbewegung erzeugte. 3 gleiche Sphären gab Eudoxus der Sonne. Für die 5 übrigen Planeten konnte er aber wegen der Schleifenbildungen in ihren scheinbaren Lauf mit nur 3 solchen Sphären nicht auskommen. Er fügte hier für jeden Planeten 2 weitere Sphären hinzu, ließ allerdings andererseits die Sphäre für die Knotenbewegung hier fort, da von eine solchen bei diesen Körpern nichts bekannt war. Für jeden dieser 5 Planeten hatte die Himmelsmechanik des Eudoxus also 4 besondere Sphären. Im Ganzen bestand sie also aus einem System von 27 Sphären, je drei für Sonne und Mond, je 4 für die 5 großen Planeten, und das Primum mobile, die große Fixsternsphäre.

VV Für die Darstellung der Mondbewegung nahm Eudoxus drei ineinander geschachtelte Sphären an, von denen die äußerste den täglichen Umschwung erzeugte, während die zweite den monatlichen Umlauf und die 3. welche den Mond wirklich trug, die Knotenbewegung erzeugte. Drei gleiche Sphären gab Eudoxus der Sonne.
Für die 5 übrigen Planeten konnte er aber wegen der Schleifenbildung in ihrem scheinbaren Lauf mit nur drei solcher Sphären nicht auskommen. Er fügte hier für jeden Planeten 2 weitere Sphären hinzu, ließ allerdings andererseits die Sphäre für die Knotenbewegung hier fort, da von einer solchen bei diesen Körpern nichts bekannt war. Für jeden dieser 5 Planeten hatte die Himmelsmechanik des Eudoxus also 4 besondere Sphären. Im Ganzen bestand sie also aus einem System von 27 Sphären, je drei für Sonne und Mond, je 4 für die 5 großen Planeten, und das Primum mobilem, die große Fixsternsphäre.

English translation:

VV Eudoxus thought of three concentric spheres to represent the moon's movement, of which the outermost created the daily revulsion, the second the monthly and the third, which actually carried the moon, generated the knot movement. Three corresponding spheres were allocated by Eudoxus to the sun.
'However, three sphere were not sufficient for him to describe the other five planets, because they apparently generated loops on their course. For each planet he added two more spheres, though leaving out the sphere for the knot movement, since this motion was not known for these bodies. Eudoxus' celestial mechanics had four specific spheres for each of these five planets. In total his system was made out of 27 spheres, three for the sun and moon, four for each of the large planets, and the Primum mobilem, the large sphere for the fixed stars.

Anmerkung: Wegener plante den Text dieser Seite bei VV auf der vorhergehenden Seite einzufügen.
(Wegener planned to insert the text from tis page at VV on the previous page.)

alle Planeten an dem Umschwunge der äußersten Sphäre, des Fixsternhimmels, Teil nahmen, so stellte man das Prinzip auf, daß jede innere Sphäre von der nächst äußeren ~~Sph~~ mitgenommen wurde. Auf diese Weise erhielt also jeder innere Planet zunächst die ganze komplizierte Bewegung des nächst äußeren mit, und man mußte daher zwischen beide eine Anzahl rückwirkender Sphären einschalten, die die Bewegung des äußeren Planeten für den inneren wieder aufhoben. Auf diese Weise zählte Aristoteles bereits 55 Sphären, und in späteren Zeiten wuchs die Zahl ins Ungeheure. Diese Sphärentheorie erhielt sich aber noch lange nach Aristoteles und zeigte gemeinsam mit pythagoreischen Ideen über die Harmonie der Sphären viele Jahrhunderte hindurch ein zähes Leben.

Eine ganz neue Epoche begann für die Entwickelung des kosmischen Problems, als sich die Gelehrten von Alexandria mit ihm zu beschäftigen begannen. Die großen mathematischen Leistungen der Alexandrinischen Akademie sind bekannt. Es sei hier nur an den für seine Zeit wohlgelungenen Versuch des Bibliothekars Eratosthenes erinnert,

... alle Planeten an dem Umschwung der äußersten Sphäre des Fixsternhimmels Teil nahmen, so stellte man das Prinzip auf, dass jede innere Sphäre von den nächst äußeren mitgenommen wurde. Auf diese Weise erhielt also jeder innere Planet zunächst die ganze komplizierte Bewegung des nächst äußeren mit, und man musste daher zwischen beiden eine Anzahl mitwirkender Sphären einschalten, die die Bewegung des äußeren Planeten für den inneren wieder aufhoben. Auf diese Weise zählte Aristoteles bereits 55 Sphären, und in späteren Zeiten wuchs die Zahl ins Ungeheure. Diese Sphärentheorie erhielt sich aber noch lange nach Aristoteles und zeigte gemeinsam mit den pythagoreischen Ideen über die Harmonie der Sphären viele Jahrhunderte hindurch ein zähes Leben.
Eine ganz neue Epoche begann für die Entwicklung des kosmischen Problems, als sich die Gelehrten von Alexandria mit ihm zu beschäftigen begannen. Die großen mathematischen Leistungen der alexandrinischen Akademie sind bekannt. Es sei hier nur an den für seine Zeit wohlgelungenen Versuch des Bibliothekars Erathosthenes erinnern, ...

English translation:

... all planets took part in the revolution of the outermost sphere of the fixed star's sky. From this, the principle was born, that each inner sphere was moved together with the next outer one. Thus, each inner planet got first the whole complicated movement of the next outer one, and an additional number of spheres had to be added, which canceled the movement of the outer planet for the inner one. In this manner Aristoteles counted 55 spheres already, and the number grew to sheer enormity at later times. Long after Aristoteles the spherical theory remained and showed, together with the Pythagorean ideas about the harmony of the spheres, a long life throughout many centuries.
A new epoch began for the development of the cosmic problem, when the scholars of Alexandria started to work on it. The great mathematical achievements of the Alexandrian academy are known. Here, we want to remind ourselves of the successful attempt of the librarian Erathosthenes, ...

die Größe der Erdkugel zu messen. Aus den Händen dieser Alexandrinischen Mathematiker und Astronomen ging auch eine neue, durchaus originelle Himmelsmechanik hervor. Der geniale Astronom Hipparch, dessen Sternkatalog mehr als 1700 Jahre hindurch unübertroffen blieb, legte dazu um 150 v. Chr. durch seine Sonnentheorie den ersten Grund. Er stellte empirisch die ungleiche Länge der Jahreszeiten fest und löste das Problem der geometrischen Darstellung dieser Erscheinung dadurch, daß er zwar die Sonne wie bisher mit gleichförmiger Geschwindigkeit sich in einem Kreise bewegen ließ, aber die Erde aus dessen Mittelpunkte herausrückte und ihr eine exzentrische Lage anwies. VV

~~In ähnlicher Weise eine Theorie der Monde und der Planeten zu geben~~, gelang Hipparch nicht mehr. Dies vollbrachte erst 300 Jahre später sein großer Nachfolger Ptolemäus, der seine nunmehr vollständige Himmelsmechanik in dem berühmten „Almagest" niederlegte. Er führte außer dem exzentrischen Kreis des Hipparch noch 2 neue Hilfsmittel ein, um die Ungleichheiten in den Bewegungen

VV Auch für den Mond gab Hipparch eine ähnliche Theorie, die aber ziemlich unvollkommen ausfiel, da die Bewegung dieses Himmelskörpers ja außerordentlich unregelmäßig ist und selbst in der heutigen Himmelsmechanik noch eins der schwierigsten Probleme darstellt.

Auch die Bewegungen der übrigen Planeten nach ähnlichen Prinzipien darzustellen,

... die Größe der Erdkugel zu messen. Aus den Häusern dieser alexandrinischen Mathematiker und Astronomen ging auch eine neue, durchaus originelle Himmelsmechanik hervor. Der geniale Astronom Hipparch, dessen Sternkatalog mehr als 1700 Jahre hindurch unübertroffen blieb, legte dazu um 150 v. Christus durch seine Sonnentheorie den ersten Grund. Er stellte empirisch die ungleiche Länge der Jahreszeiten fest und löste das Problem der geometrischen Darstellung dieser Erscheinung dadurch, dass er zwar die Sonne wie bisher mit gleichförmiger Geschwindigkeit sich in einem Kreise bewegen ließ, aber die Erde aus dessen Mittelpunkt herausrückte, und ihr eine exzentrische Lage auswies. **VV**

VV Auch für den Mond gab Hipparch eine ähnliche Theorie, die aber ziemlich unvollkommen ausfiel, da die Bewegung des Himmelskörpers ja außerordentlich unregelmäßig ist und selbst in der heutigen Himmelsmechanik noch eines der schwierigsten Probleme darstellt. Auch die Bewegungen der übrigen Planeten nach ähnlichen Prinzipien darzustellen ...

..., gelang Hipparch nicht mehr. Dies vollbrachte erst 300 Jahre später sein großer Nachfolger Ptolemäus, der seine nunmehr vollständige Himmelsmechanik in dem berühmten „Almagest" niederlegte. Er führte außer dem exzentrischen Kreis des Hipparch noch zwei neue Hilfsmittel ein, um die Ungleichheiten in den Bewegungen ...

English translation:

... to measure the size of the terrestrial globe. From the houses of the Alexandrian mathematicians and astronomers also a new, quite original celestial mechanics arose. The ingenious astronomer Hipparch, who's star index remained unexcelled for more than 1700 years, added with his sun theory the first foundation around 150 before Christ. He empirically proved the irregular lengths of the seasons and solved the problem of the geometrical representation of this phenomenon, with the sun still moving in a circular orbit, by assuming that Earth is not in its center, but in an eccentric position. **VV**

VV Hipparch also worked out a similar theory for the moon, which turned out rather incomplete, since the movements of the heavenly bodies are extraordinary irregular and even present one of the most difficult problems in the today's celestial mechanics. To show the movements of the remaining planets in similar principles too ...

..., Hipparch did not manage to do. This was accomplished just 300 years later by his great successor Ptolemy, who wrote down his complete celestial mechanics in his famous „Almagest". Beside Hipparch's eccentric circle he introduced two additional tools for representing the irregularities in the movements ...

Anmerkung: In der Transkription dieser Seite wurde der Text der 2. Papierseite auf der Abbildung links bereits an die richtige Stelle eingefügt.
(In the transcript, the text from the 2nd piece of paper on the figure at left is already inserted in the right logical position.)

der Planeten darzustellen, nämlich die Exzentrizität und den Epizykel.

Ersteres bestand darin, daß die Bewegung in dem exzentrischen Kreise nicht gleichförmig erfolgte, sondern so, daß sie von einem neuen Punkte aus (später centrum æquans genannt), der von der Erde aus jenseits des Kreismittelpunktes lag, sich als gleichförmige Winkelbewegung darstellte. Der Epicykel dagegen war ein kleiner Kreis, dessen Mittelpunkt in der eben beschriebenen Weise auf dem großen Kreise entlang wanderte, ~~während~~ und auf dessen Peripherie nun erst der Planet gesetzt wurde.

Es ist einleuchtend, daß diese ganze Theorie dem Prinzip der Homocentricität schnurstraks entgegenläuft und daher auch in scharfem Gegensatz zu der vorher erwähnten Lehre von den homocentrischen Sphären steht.

Diese natürlich rein geocentrische Himmelsmechanik des Ptolemäus bildete ~~1000~~ 1½ Jahrtausend lang das astronomische Weltbild der europäischen Kultur. Es gestaltete

...der Planeten darzustellen, nämlich die Zweiteilung der Exzentrizität und der Epizykel. Erstere bestand darin, dass die Bewegung in dem exzentrischem Kreise nicht gleichförmig erfolgte, sondern so, dass sie von einem neuen Punkte aus (später centrum ceegnans genannt), der von der Erde aus jenseits des Kreismittelpunktes lag, sich als gleichförmige Winkelbewegung darstellte. Der Epizykel dagegen war ein kleiner Kreis, dessen Mittelpunkt in der eben beschriebenen Weise auf dem großen Kreise entlangwanderte, und auf dessen Peripherie nun erst der Planet gesetzt wurde. Es ist einleuchtend, dass diese ganze Theorie dem Prinzip der Homozentrizität schnurstracks entgegenläuft, und daher auch im scharfen Gegensatz zu der vorher erwähnten Lehre von den homozentrischen Sphären steht. Diese natürlich rein geozentrische Himmelsmechanik des Ptolemäus bildete 1 1/2 Jahrtausende lang das astronomische Weltbild der europäischen Kultur. Es gestattete...

English translation:

...of the planets: the dichotomy of the eccentricity and the epicycle. The former consisted in the idea that the movements in the eccentric circles do not occur uniformly, but, beginning from a new point which lies outside of the center of the circle, occur with uniform angular movement. In contrast to that, the epicycle was a small circle the center of which moved along the larger circle, and on whiches periphery the planet was set.
It is evident, that this theory is heading towards the principle of homocentricity, and does therefore form a strong contrast to the previously mentioned doctrine of homocentric spheres. This, obviously merely geocentric celestial mechanics of Ptolemy, formed 1500 years long the astronomical worldview of the European culture. It allowed ...

die Bewegungen der Himmels-Körper mit aller möglichen
vorten Schärfe geometrisch nachzubilden und
voraus zu berechnen, und liess dabei einen
grossen Spielraum für numerische Verbesserungen,
durch welche die ~~Beobachtungen~~ Theorie
sich immer vollkommener den Beobachtungen
anschmiegte.

Die Araber, später auch die Spanier unter
Alfons X, brachten derartige numerische Ver-
besserungen an, ohne dass dem Mechanismus
der Theorie ein Rädchen zugefügt oder
genommen zu werden brauchte. Die letzten
Denkmäler der Herrschaft dieser Alexandrinischen
Himmelsmechanik waren die zahlreichen Druck-
ausgaben der Alfonsinischen Planetentafeln
in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts.

Bekanntlich gebührt Nikolaus Kopernikus
das Verdienst, den Bann gebrochen zu haben und
an Stelle des geocentrischen Systems das helio-
centrische ~~zu setzen~~ gesetzt zu haben. Sein Werk „Über die

- - - - - -

ersten im Jahre 1543 im Druck.

... die Bewegungen der Himmelkörper mit aller wünschenswerten Schärfe geometrisch nachzubilden und vorauszuberechnen, und ließ dabei einen großen Spielraum für numerische Verbesserungen, durch welche die Theorie sich immer vollkommener den Beobachtungen anschmiegte.
Die Araber, später auch die Spanier unter Alfons dem Zehnten, brachten derartige numerische Verbesserungen an, ohne dass dem Mechanismus der Theorie ein Rädchen zugefügt oder genommen zu werden brauchte. Die letzten Denkmäler der Herrschaft dieser alexandrinischen Himmelsmechanik waren die zahlreichen Druckausgaben der alfonsinischen Plattentafeln in der ersten Hälfte der 16. Jahrhunderts. Bekanntlich gebührt Nikolaus Kopernikus [1)] der Verdienst, den Bann gebrochen zu haben und anstelle des geozentrischen Systems das heliozentrische gesetzt zu haben. Sein Werk „Über die ...“ erschien im Jahr 1543 im Druck.

English translation:

... to reproduce and predict the movements of the heavenly bodies in every desirable sharpness with also leaving a large margin for numerical improvements. Through this, the theory started to be more and more consistent with the observations.
The Arabs and later the Spanish under Alfons the tenth, added numerical improvements, without having to change the mechanism of the theory at all. The last memorials of the predominance of the alexandrian celestial mechanics were the numerous editions of the alfonsinian tables in the first half of the 16th century. As is well known, it is the credit of Nicolaus Copernicus [1)] to have broken the ban and to substitute the geocentric system with the heliocentric system. His work „About the ... “ was printed in the year 1543.

1) Das Werk des Kopernikus, das Wegener hier meint lautet im vollen Titel: „Über die Umschwünge der himmlischen Kreise“.
(Copernicus book which Wegener refers to here is called in its full title: “On the Revolutions of the Heavenly Spheres”.)

Was seine Tat von den griechischen Spekulationen unterschied und sie von dem gleichen Schicksal bewahrte, war der Umstand, daß er sich nicht mit der bloßen Aufstellung der Hypothese begnügte, sondern zeigte, daß die exakte Forschung wirklich Nutzen davon hatte. Er arbeitete die gesamte Planeten-Theorie vollständig nach seiner neuen Hypothese durch und konnte zeigen, daß ~~durch~~ durch dieselbe bedeutende Vereinfachungen eingeführt wurden

Ich möchte nur die wichtigste dieser Vereinfachungen hier kurz berühren . . . . . .

Was seine Tat von den griechischen Spekulationen unterschied und sie vor dem gleichen Schicksal bewahrte, war der Umstand, dass er sich nicht mit der bloßen Aufstellung der Hypothese begnügte, sondern zeigte, dass die exakte Forschung wirklich Nutzen davon hatte. Er arbeitete die gesamte Planetentheorie vollständig nach seiner neuen Hypothese durch und konnte zeigen, dass durch dieselbe bedeutende Vereinfachungen eingeführt wurden. Ich möchte nun die wichtigste dieser Vereinfachungen hier kurz berühren.

English translation:

What separates his achievements from the speculations of the Greeks and saved them from the same fate, was the fact that he was not satisfied with the mere statement of the hypothesis, but showed that the exact science really benefited from it. He worked through the entire planetary theory all the way to his new hypothesis and could show that thus significant simplifications were made. I would like to touch here briefly onto the most important of these simplifications.

Bekanntlich hat das heliocentrische System des Kopernikus von verschiedenen Seiten lebhaften Widerspruch erfahren. ~~Ich erinnere~~ Ich erinnere nur an den unglücklichen Kampf Galileis mit der römischen Kirche.

Aber auch von astronomischer Seite, von Seiten der exakten Forschung, erhoben sich Einwände, welche Kopernikus nicht zu entkräften in der Lage war. Ich erwähnte schon vorher, daß Tycho Brahe den richtigen Einwurf machte, die Fixsterne müßten eine Parallaxe zeigen. Von der ungeheuren Entfernung der Fixsterne und der Kleinheit dieser Parallaxe ahnte man damals noch nichts. Man glaubte naiv vielmehr, daß die Fixsterne in einer Sphäre lägen, die bald außerhalb des äußersten Planeten zu suchen sei.

Die gegenwärtigen strengen Beweise für eine Bewegung der Erde kannte man damals noch nicht. Unsere heutige Mechanik würde uns zur Annahme einer Erdrotation zwingen, auch wenn wir niemals irgend ein Gebiet

Bekanntlich hat das heliozentrische System des Kopernikus von verschiedenen Seiten lebhaften Widerspruch erfahren. Ich erinnere nur an den unglücklichen Kampf Galileis mit der römischen Kirche. Aber auch von der astronomischen Seite, von Seite der exakten Forschung, erhoben sich Einwände, welche Kopernikus nicht zu entkräften in der Lage war. Ich erwähnte schon vorher dass Tycho Brahe den richtigen Einwurf machte, die Fixsterne müssten eine Parallaxe zeigen. Von der ungeheuren Entfernung der Fixsterne und der Kleinheit dieser Parallaxe ahnte man damals noch nichts. Man glaubte nach wie vor, dass die Fixsterne in einer Sphäre lägen, die bald außerhalb des äußersten Planeten zu suchen sei.
Die gegenwärtigen strengen Beweise für eine Bewegung der Erde kannte man damals noch nicht. Unsere heutige Mechanik würde uns zur Annahme einer Erdrotation zwingen, auch wenn wir niemals irgendein Gestirn ...

English translation:

As is well known, the heliocentric system of Copernicus has experienced lively opposition from different sides. Just think of the unfortunate battle of Galileo with the Roman Church. But also from the astronomical point of view, from the side of exact science, objection was raised, which Copernicus was not able to refute. I mentioned already that Tycho Brahe made the correct argument, that the fixed stars should show a parallax. Nothing was known at this time of the minute magnitude of the parallax and the enormous distances of the stars. It was still believed that the fixed stars lie on a sphere, that was located not far beyond the outermost planets.
Today's rigorous evidence for the motion of Earth was not known by then. Our mechanics would force us to assume a rotation of Earth, even if we never would never see a single star...

zu Gesicht bekämen, denn bei den Bewegungen auf der Erdoberfläche bleibt stets eine Kraftkomponente übrig, welche die Zentrifugalkraft der Erdrotation darstellt. In der damaligen Zeit war die Mechanik aber noch viel zu wenig entwickelt, um Beweise für die Bewegung der Erde abzugeben.

So blieb das Kopernikanische System zunächst eine Hypothese, wenn auch mit dem Anspruch, die Wahrheit darzustellen.

In jene Zeit des Kampfes um ~~das~~ unser Weltbild fällt die Erfindung eines Hilfsmittels, welches zu einer ungeahnten Erweiterung des Weltbildes (räumlichen) führte, nämlich des Fernrohrs.

Kopernikus Werk ging nicht mehr für die exakte Forschung verloren. Ein glücklicher Umstand war es, daß kurze Zeit vorher die Buchdruckerkunst erfunden worden war, und das mit Spannung erwartete Werk hatte sich in alle Lande verbreitet, bevor die römische Kirche den Versuch machte es zu vernichten.

... zu Gesicht bekämen, denn bei den Bewegungen auf der Erdoberfläche bleibt stets eine Kraftkomponente, welche die Zentrifugalkraft der Erdrotation darstellt. In der damaligen Zeit war die Mechanik aber noch viel zu wenig entwickelt, um Beweise für die Bewegung der Erde abzugeben. So blieb das Kopernikanische System zunächst eine Hypothese, wenn auch mit dem Anspruch die Wahrheit darzustellen. Kopernikus Werk ging nicht mehr für die exakte Forschung verloren. Ein glücklicher Umstand war es, dass kurze Zeit vorher die ...
... Buchdruckerkunst erfunden worden war, und das mit Spannung erwartete Werk hatte sich in alle Lande verbreitet, bevor die römische Kirche den Versuch machte es zu vernichten.

English translation:

... because at the movements of the Earth's surface always remains a force component, which represents the centrifugal force of the Earth's rotation. By that time the mechanics was much too little developed to give evidence for a movement of Earth. Thus, the Copernican system remained initially a hypothesis, although it claimed to represent the truth. But Copernicus' work was not lost to science. Fortunately short time before ...
... the art of printing had been invented, and his highly anticipated work had widely spread before the Roman Church made an attempt to destroy it.

In ähnlicher Weise ergaben sich bei allen Planeten Vereinfachungen der Theorie, welche das heliocentrische System als natürlicher und wahrer erscheinen ließen als das geocentrische. W (22 m)

Bei der Würdigung des großen Fortschritts, den das Werk des Kopernikus darstellt, dürfen wir nicht ~~aus den Augen verlieren~~, daß er noch den ganzen geometrischen Mechanismus des Ptolemäischen Systems übernahm. Auch er arbeitete noch mit excentrischen Kreisen und Epicykeln, nur daß er die Bewegungen eben auf die Sonne als Mittelpunkt bezog und hierdurch gewisse Vereinfachungen erzielte.

~~Erst Kepler gelang die Entdeckung der elliptischen Bahnformen der Planeten.~~

Die wahren Bahnformen der Planeten wurden erst von Kepler erkannt, welcher im Jahre 1609 in seiner „Astronomia nova" die elliptische Gestalt der Marsbahn aus den Beobachtungen Tycho Brahes ableitete. Bekanntlich gab Kepler in diesem Werke auch die ersten beiden der nach ihm benannten Gesetze, durch welche der Bewegungsverlauf innerhalb der Ellipse

Bei der Würdigung des großen Fortschritts, den das Werk des Kopernikus darstellt, dürfen wir nicht aus den Augen verlieren, dass es noch den ganzen geometrischen Mechanismus des Ptolemäischen Systems übernahm. Auch er arbeitete noch mit exzentrischen Kreisen und Epicykeln, nur dass er die Bewegungen eben auf die Sonne als Mittelpunkt bezog und hierdurch gewisse Vereinfachungen erzielte.
In ähnlicher Weise ergaben sich bei allen Planeten Vereinfachungen der Theorie, welches das heliozentrische System als natürlicher und wahrer erscheinen ließen als das geozentrische.
Die wahren Bahnformen der Planeten wurden erst von Kepler erkannt, welcher im Jahr 1609 in seiner „Astronomia nova" die elliptische Gestalt der Marsbahn aus den Beobachtungen Tycho Brahes ableitete. Bekanntlich gab Kepler auch in diesem Werk die ersten beiden der nach ihm bekannten Gesetze, durch welche der Bewegungsverlauf innerhalb der Ellipse ...

English translation:

When praising the great progress that is the work of Copernicus, we must not lose sight of the fact that it still used all the geometric mechanisms of the Ptolemaic system. He also worked with eccentric circles and epicycles, just that he suggested the sun as the center of the planet's movements and was thus able to achieve certain simplifications.
Similar simplifications resulted for all planets, which left the heliocentric system to appear natural and more true than the geocentric one.
The true paths of the planets were only detected by Kepler, who derived in his "Astronomia nova" the elliptical shape of the orbit of Mars from the observations of Tycho Brahe in 1609. As is well known, Kepler published the first two of his laws in this book, in which the movement pattern within the ellipse ...

Anmerkung: Der oberste Satz dieser Seite (an dessen Ende 22 m steht) scheint sinngemäß zwischen den zweiten und den dritten Paragraph zu gehören und ist in dieser Weise in der Transkription eingefügt.
(The uppermost sentence on this page (marked by Wegener with 22 m) appears to belong between the second and third paragraph of this page. In the transcript we inserted it as such.)

näher formuliert wird. 1619 folgte dann in den „Harmonices mundi" das 3. Gesetz.

Damit war also der tatsächliche Verlauf der Planetenbewegung — wie wir jetzt hinzufügen müssen, näherungsweise — ermittelt, und es entstand die Frage, was die Ursache einer solchen Bewegung sei.

Zur Lösung dieser Frage gab Descartes seine Theorie der mechanischen Wirbel, die trotz ihrer Unvollkommenheit eine Zeit lang gute Dienste geleistet hat. Während Newton seine großen Entdeckungen ausarbeitete, und vorher, wurde auf allen Hochschulen die Wirbeltheorie gelehrt. Diese Theorie war einer weitgehenden mathematischen Deduktion fähig, wie unter anderem die zahlreichen Preisschriften der verschiedenen Bernoulli beweisen, die zum großen Teil noch auf dem Boden der Wirbeltheorie stehen und dabei die schwierigsten Probleme der Astronomie, wie das Flutphänomen, u. a. mit Erfolg behandeln. Um den Gedanken dieser Wirbeltheorie populär auszudrücken, gebraucht man gewöhnlich den Vergleich, die Planeten

... näher formuliert wird. 1619 folgte dann in der „Harmonices mundi" das 3. Gesetz. Damit war also der tatsächliche Verlauf der Planetenbewegung – wie wir jetzt hinzufügen müssen, näherungsweise – ermittelt, und es entstand die Frage was die Ursache einer solchen Bewegung sei.
Zur Lösung dieser Frage gab Descartes seine Theorie der mechanischen Wirbel, die trotz ihrer Unvollkommenheit eine Zeit lang gute Dienste geleistet hat. Während Newton seine großen Entdeckungen ausarbeitete, und vorher, wurde auf allen Hochschulen die Wirbeltheorie gelehrt. Diese Theorie war einer weitgehenden mathematischen Deduktion fähig, wie unter anderem die zahlreichen Preisschriften der verschiedenen Bernoulli [1)] bewiesen, die zum großen Teil noch auf dem Boden der Wirbeltheorie stehen und dabei die schwierigsten Probleme der Astronomie, wie das Flutphänomen u.a. mit Erfolg behandeln. Um den Gedanken dieser Wirbeltheorie populär auszudrücken, gebraucht man gewöhnlich den Vergleich, die Planeten ...

English translation:

... are described better. 1619 followed in the "Harmonices mundi" the 3rd law. With this the actual course of planetary motion was – as we must now add: approximately – determined, and the question arose what was the cause of such a movement.
Descartes's theory of mechanical vortex represented a solution for this question. Despite its imperfections it did good service for a long time. While Newton worked out his great discoveries, the vortex theory was taught at all universities. This theory was largely capable for a mathematical deduction, as proven by a number of publications by the Bernoulli-family [1)] that were based on the vortex theory, and successfully described some of the most difficult problems of astronomy, such as the flooding phenomenon. To express the idea of the vortex theory in a popular way, it is common to make the following comparison: ...

1) Mit „den verschiedenen Bernoulli" meint Wegener hier eine bekannte Schweizer Mathematiker-Familie des 17. und 18. Jahrhunderts.
(With the „Bernoulli-family" Wegener is referring to a family of Swiss mathematicians, of the 17th and 18th century.)

würden von einer um die Sonne kreisenden Äthermasse in derselben Weise herumgetragen, wie ein Stückchen Strohhalm, das in einem Wasserglas mit herumgeführt wird, wenn man das Wasser tüchtig umrührt. Man kann diese Anschauung mechanisch nennen, während Newtons dynamisch war.

Es ist bekannt, daß Newton durch die Entdeckung der allgemeinen Massenanziehung die wahre Ursache der Planetenbewegungen ermittelte. Der entscheidende Schritt war der Nachweis, daß die Schwere, deren Eigenschaften an der Erdoberfläche kurz vorher durch Galilei untersucht worden waren, unter der Annahme einer proportional dem Quadrat der Entfernung von der Erde fortschreitenden Verminderung identisch ist mit derjenigen Kraft, welche den Mond fortwährend aus der geradlinigen Bahn ablenkt und so die Krümmung seiner Bahn verursacht. Der Schritt von hier zu der Verallgemeinerung, daß die Krümmung aller Planetenbahnen auf eine solche Anziehungskraft der Sonne zurückzuführen sei, und daß überhaupt von allen Weltkörpern eine solche Anziehungskraft ausgehe, war dann nicht mehr groß. Die 3 Keplerschen Gesetze ließen sich als

... würden von einer um die Sonne kreisenden Äthermasse in derselben Weise herumgetragen, wie ein Stückchen Strohhalm, das in einem Wasserglase mitherumgeführt wird, wenn man das Wasser tüchtig umrührt. Man kann diese Anschauung mechanisch nennen, während Newtons dynamisch war.
Es ist bekannt, dass Newton durch die Entdeckung der allgemeinen Massenanziehung die wahre Ursache der Planetenbewegung ermittelte. Der entscheidende Schritt war der Nachweis, dass die Schwere, deren Eigenschaften an der Erdoberfläche kurz vorher durch Galilei untersucht worden waren, unter der Annahme einer proportional dem Quadrat der Entfernung von der Erde fortschreitenden Verminderung identisch ist mit derjenigen Kraft, welche den Mond fortwährend an der geradlinigen Bahn ablenkt und so die Krümmung seiner Bahn verursacht. Der Schritt von hier zu der Verallgemeinerung, dass die Krümmung aller Planetenbahnen auf eine solche Anziehungskraft der Sonne zurückzuführen sei, und dass überhaupt von allen Weltkörpern eine solche Anziehungskraft ausgeht, war dann nicht mehr groß. Die 3 Keplerschen Gesetze ließen sich ...

English translation:

... The planets are carried around the sun on an ether in the same manner as a straw is floating in a glass of water when stirring the water. This explanation can be called mechanical, while Newton's was dynamic.
It is known that Newton determined the true cause of planetary motion by the discovery of universal gravitation. The crucial step was to demonstrate that the gravity, whose properties had been previously studied briefly at the Earth's surface by Galileo, and under the assumption that there is a progressive reduction of gravity that is proportional to the square of the distance from Earth, is identically to the force which constantly deflects the moon on its linear path and thus causes its curvature. The step from here to the generalization that the curvature of all planetary orbits was due to such an attraction of the sun, and that such an attraction in general emanates from all heavenly bodies, was not a big one anymore. The three laws of Kepler could be represented ...

als Folgerungen aus diesem Gravitationsgesetz darstellen. Zugleich zeigte sich aber, daß die Keplersche Bewegung in reinen Ellipsen nur eine erste Näherung darstellen konnte, denn auf den Lauf eines einzelnen Planeten wirkte ja nicht nur die Anziehungskraft der Sonne, sondern auch die der übrigen Planeten. Die Einwirkung dieser übrigen Planeten, durch welche die wirkliche Bahnform fortwährend kleine Verzerrungen und Verschiebungen erfährt, faßt man unter dem Namen der Störungen zusammen.

Während Kepler die Bewegung eines Planeten um die Sonne ganz unabhängig von der Einwirkung dritter Körper darstellte, entsteht hier offenbar das Problem, den Bewegungsverlauf von mehr als 2, zunächst also 3 Körpern, die ihrer gegenseitigen Anziehung unterliegen, zu ermitteln. Dies sog. 3 Körperproblem läßt sich mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln nicht lösen. Aber es giebt eine Reihe von (streng) Näherungsverfahren, die für die Praxis vollkommen ausreichen, da sie jeden beliebigen Genauigkeitsgrad zu geben gestatten. Mit diesen Dingen treten

... als Folgerungen aus diesem Gravitationsgesetz darstellen. Zugleich zeigte sich aber, dass die Keplersche Bewegung in reinen Ellipsen auch nur eine erste Näherung darstellen konnte, denn auf den Lauf eines einzelnen Planeten wirkt ja nicht nur die Anziehungskraft der Sonne, sondern auch die der übrigen Planeten. Die Einwirkung dieser übrigen Planeten, durch welche die wirkliche Bahnform fortwährend kleine Verzerrungen und Verschiebungen erfährt, fasst man unterm dem Namen der Störungen zusammen.
Während Kepler die Bewegung eines Planeten um die Sonne ganz unabhängig von der Einwirkung dritter Körper darstellte, entsteht hier offenbar das Problem, den Bewegungsverlauf von mehr als 2, zunächst also 3er Körper, die ihrer gegenseitigen Anziehung unterliegen, zu ermitteln. Dies sogenannte 3 Körperproblem lässt sich mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln nicht streng lösen. Aber es gibt eine Reihe von Näherungsverfahren, die für die Probe vollkommen ausreichen, da sie jeden beliebigen Genauigkeitsgrad zu geben gestatten. Mit diesen Dingen treten ...

English translation:

... as consequences of this law of gravity. At the same time it was shown that the movement in pure ellipses could only represent a first approximation, because the course of a single planet is not only affected by the attraction of the sun, but also by that of the other planets. The effects of these other planets through which the actual form of the course continuously experiences small distortions and displacements, is summarized under the name: disturbances.
While Kepler described the motion of a planet around the sun completely independently of the influence of a third body, there obviously appears the problem to find out the path of movement for more than 2, namely 3 bodies under their mutual attraction. This so-called 3-body problem cannot be solved strictly with current tools. But there are a number of approximations that are completely sufficient for the test, because they allow to give any degree of accuracy. With these things we now enter ...

wir in die moderne Astronomie ein.

Aber noch in einer anderen Beziehung wird der Bewegungsverlauf durch die Einführung des Newtonschen Gravitationsgesetzes geändert. Kepler stellte sich die Sonne als ruhend, nur den Planeten als bewegt vor. Nach Newtons Gesetz ist die Anziehung zwischen Sonne und Planet aber wechselseitig, und infolgedessen ist auch der wahre Bewegungsverlauf der, daß beide Körper sich um ihren gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Nur das ungeheure Überwiegen der Sonnenmasse gegenüber den Planeten bewirkt es, daß dieser Schwerpunkt des Sonnensystems noch innerhalb des Sonnenkörpers fällt, so daß deren Bewegung fast unmerklich ist. In den Doppelsternen dagegen sehen wir meist Systeme mit nahezu gleich großen Komponenten, und hier sind dann beide Komponenten bewegt. Auch bei der Bewegung des Mondes um die Erde ist der wahre Sachverhalt der, daß sich beide Körper um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Auch hier liegt dieser Schwerpunkt noch innerhalb des Erdkörpers, allein die geringfügige Bewegung, welche unsere Erde um diesen Schwerpunkt ausführt, macht sich gleichwohl in

... wir in die moderne Astronomie ein. Aber noch in einer anderen Beziehung wird der Bewegungsverlauf durch die Einführung des Newtonschen Gravitationsgesetzes geändert. Kepler stellte sich die Sonne als ruhenden, und nur den Planeten als bewegt vor. Nach Newtons Gesetz ist die Anziehung zwischen Sonne und Planet aber wechselseitig, und infolgedessen ist auch der wahre Bewegungsverlauf der, dass beide Körper sich um ihren gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Nur das ungeheure Überwiegen der Sonnenmasse gegenüber den Planeten bewirkt es, dass dieser Schwerpunkt des Sonnensystems noch innerhalb des Sonnenkörpers fällt, sodass deren Bewegung fast unmerklich ist. In den Doppelsternen dagegen sehen wir meist Systeme mit nahezu gleich großen Komponenten, nur hier sind dann beide Komponenten bewegt. Auch bei der Bewegung des Mondes um die Erde ist der wahre Sachverhalt der, dass sich beide Körper um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Auch hier liegt dieser Schwerpunkt noch innerhalb des Erdkörpers, allein die geringfügige Bewegung, welche unsere Erde zu diesem Schwerpunkt ausführt, macht sich gleichwohl in ...

English translation:

... modern astronomy. But yet in another relationship the path of motions is altered by introducing the law of gravitation. Kepler imagined the sun as stationary, and only the planet as moving. But according to Newton's law, the attraction between the sun and the planet is reciprocal. Consequently the true path of movement is that both bodies move around their common center of gravity. Only the immense preponderance of the solar mass compared to the planets causes that the center of gravity of the solar system still falls within the solar body, so that its movement is almost imperceptible. In double stars, however, we mostly see systems with nearly equally strong components, only here both components are moved. Also with the movement of the moon around the Earth the true facts of the matter is that both bodies move around the common center of gravity. Here again, the center of mass is still within the Earth's body, but the slight movement that our Earth makes ...

~~gerade~~ ~~scheinbaren~~ einem scheinbaren Hin- und
Herpendeln der Sonne um (monatlichen)
etwa 18 Bogensekunden bemerkbar.

Wir würden der Entwicklung des astronomischen
Weltbildes nicht gerecht werden, wenn wir nicht
noch des Fixsternhimmels gedächten. Solange die
Vorstellung von einer ruhenden Erde herrschte,
war man genötigt, die Fixsterne sämtlich
in eine große Kugelsphäre zu verlegen, so
daß sie alle dieselbe Entfernung von der Erde
hatten. Das Kopernikanische System gab
zum ersten Male die Möglichkeit, den Fixsternen
verschiedene Abstände beizulegen, doch hat Koper-
nikus diesen Schritt noch nicht. Die Entfer-
nung der Fixsterne bildete sich schon damals zu
einem Problem aus, dessen Lösung zu einen
der dringendsten Fragen wurde. Allein erst nach-
dem das Fernrohr erfunden und die instru-
mentellen Hülfsmittel ganz außerordentlich
verfeinert worden waren, gelang es bekannt-
lich zuerst Bessel im Jahre , die Entfer-
nung des ersten Fixsternes zu messen. Seitdem
ist eine große Zahl solcher Entfernungsbestimmungen
vorgenommen, die sehr verschiedene Abstände ergeben,

... einem scheinbaren monatliche Hin und Herpendeln der Sonne um etwa 18 Bogensekunden bemerkbar.
Wir würden der Entwicklung des astronomischen Weltbildes nicht gerecht werden, wenn wir nicht noch des Fixsternhimmels gedächten. Solange die Vorstellung von einer ruhenden Erde herrschte, war man genötigt, die Fixsterne sämtlich in eine große Kugelsphäre zu verlegen, so dass sie alle dieselbe Entfernung von der Erde hatten. Das Kopernikanische System gab zum ersten Male die Möglichkeit, den Fixsternen verschiedene Abstände beizulegen, doch tat Kopernikus diesen Schritt noch nicht. Die Entfernung der Fixsterne bildete sich schon damals zu einem Problem aus, dessen Lösung zu einer der dringendsten Fragen wurde. Allein erst nachdem das Fernrohr erfunden und die instrumentellen Hilfsmittel ganz außerordentlich verfeinert worden waren, gelang es bekanntlich erst Bessel im Jahr 1838, die Entfernungen des ersten Fixsterns zu messen. Seitdem ist eine große Zahl solcher Entfernungsbestimmungen vorgenommen, die sehr verschiedene Abstände ergeben, ...

English translation:

... appears to result in a monthly oscillation of about 18 arc seconds. We would not do justice to the development of the astronomical worldview, if we would not think of the fixed stars. While the idea of a stationary Earth prevailed, scientists were forced to move all the fixed stars into a large sphere, so that they all had the same distance from Earth. For the first time the Copernican system allowed to allocate the fixed stars different distances, but Copernicus himself did not take this step yet. Already at that time the distance of the fixed stars formed a problem which was an urgent issue to resolve. Only after the invention of the telescope and the extraordinary improvement of instrumental devices in general, Bessel succeeded to measure the first distances of a fixed star not till 1838. Since then, a large number of calculations about determining the distances were done, which resulted in very different distances, ...

die weitaus größte Anzahl der Sterne aber scheint sich in solcher Entfernung zu befinden, die auch für die feinsten unsere modernen Hülfsmittel der Gegenwart unendlich groß ist. Von den letzteren Forschungsergebnissen, die uns mehr und mehr in die Gegenwart hineinführen, möchte ich nur noch erwähnen, daß die spektroskopische Untersuchung und Klassifizierung der Fixsterne ~~[illegible]~~ zu der Anschauung geführt hat, daß unsere Sonne in einer solchen Entfernung von dem Anblick eines ziemlich schwachen Fixsternes bleiben würde und daß mit anderen Worte die Fixsterne Sonnen sind, die die unserige an Größe bisweilen ganz erheblich übertreffen. Man hat ferner den früheren Begriff der Fixsterne fahren lassen müssen – wenngleich man den Namen beibehalten hat – da man erkannte daß dieselben mit sehr verschieden gerichteten Eigenbewegungen versehen sind. Auch an unserer Sonne gelang es eine solche Eigenbewegung nachzuweisen und zu zeigen,

... die weitaus größte Anzahl der Sterne aber scheint sich in Entfernungen zu befinden, die auch für die feinsten instrumentellen Hilfsmittel der Gegenwart unendlich groß ist. Von den weiteren Forschungsergebnissen, die uns mehr und mehr in die Gegenwart hineinführen, möchte ich nur noch erwähnen, dass die spektroskopische Untersuchung und Klassifizierung der Fixsterne zu der Anschauung geführt hat, dass unsere Sonne in einer solchen Entfernung nur den Anblick eines ziemlich schwachen Fixstern bieten würde und dass mit anderen Worten die Fixsterne Sonnen sind, die die unsrige an Größe bisweilen ganz erheblich übertreffen. Man hat ferner den früheren Begriff der Fixsterne fahren lassen müssen – wenngleich man den Namen beibehalten hat – da man erkannte dass dieselben mit sehr verschieden gerichteten Eigenbewegungen versehen sind. Auch an unserer Sonne gelang es eine solche Eigenbewegung nachzuweisen und zu zeigen, ...

English translation:

... though the by far largest number of stars seems to be at distances, which are infinitely large, even for the finest instrumental tools of the present. About other research results who lead us more and more to the present, I would just like to mention that the spectroscopic investigation and classification of the stars have led us to know that our sun if it would be at a distance like some of the fixed stars, would look like a pretty weak star. In other words, there are suns that significantly surpass our own sun in size. Furthermore, it has been necessary to let go of the term of the fixed stars – although the name was kept – because it was recognized that they also have different directional motions. Even with our sun it has been possible to proof such a self-motion and to show ...

daß sie sich mitsamt dem ganzen Planetensystem mit einer Geschwindigkeit von 56 km pro Sek. in der Richtung auf das Sternbild des Herkules bewegt. Bei dieser Eigenbewegung der Fixsterne mit der Sonne hat man bisher eine Krümmung der Bahn noch nicht wahrgenommen. Gleichwohl macht es die Anordnung der Fixsterne in der Milchstraße sehr wahrscheinlich, daß die Sonne und die meisten uns sichtbaren Fixsterne zusammen ein System bilden, und daß die hier beobachteten Eigenbewegungen in der Tat nur Umlaufsbewegungen um den gemeinsamen Schwerpunkt des Systems darstellen, die uns nur deswegen als geradlinig erscheinen, weil die Dauer des Umlaufes im Verhältnis zu den wenigen Jahrtausenden unserer Überlieferungen unendlich groß ist.

... dass sie sich mitsamt dem ganzen Planetensystem mit einer Geschwindigkeit von 56 km pro Sekunde in die Richtung auf das Sternbild des Herkules bewegt. Bei diesen Eigenbewegungen der Fixsterne und der Sonne hat man bisher eine Krümmung der Bahn noch nicht wahrgenommen. Gleichwohl macht es die Anordnung der Fixsterne in der Milchstraße sehr wahrscheinlich, dass die Sonne und die meisten uns sichtbaren Fixsterne zusammen ein System bilden, und dass die hier beobachtete Eigenbewegung in der Tat nur Umlaufbewegungen um den gemeinsamen Schwerpunkt des Systems darstellen, die uns nur deswegen als geradlinig erscheinen, weil die Dauer des Umlaufes im Verhältnis zu den wenigen Jahrtausenden unseren Überlieferungen unendlich groß ist.

English translation:

... that it moves along with the entire planet system at a speed of 56 kilometers per second in the direction of the constellation of Hercules. Regarding the proper motions of the sun and the fixed stars, a curvature of their path has not been detected yet. Nevertheless, the arrangement of the stars in the Milky Way indicates that the sun and most of the fixed stars visible to us, form a system, and that the observed proper motions in fact represent orbital motions around the system's common center of mass. They only appear as straight lines because the duration of revolution is, in relation to the few thousand years of our records, infinitely large.

In neuerer Zeit ist die Frage nach dem Gültigkeitsbereich des Newtonschen Gesetzes in den Vordergrund des Interesses getreten. Es wurde die Frage aufgeworfen, ob nicht widersinnige Folgerungen entstehen, wenn man die Newtonsche Formel auf f. d. größten Entfernungen u. f. d. Massenwirkung unendlich zahlreicher Weltkörper gelten läßt, und namentlich auch für unendlich kleine Abstände der Weltkörper von einander.

Die bedeutsame Untersuchung v. Seligers. Vorsicht mit dogmatischen Verallgemeinerungen! wenig berechtigt, Newtonsche Formel = absolutes Weltgesetz (praktische Bedeutung ....)

Von großer Bedeutung: etwaige Abweichungen. In der Tat: Unerklärte Bewegung des Perihels der Merkursbahn (Newcomb: 40" im Jahrhundert). Intramerkurieller Planet „Vulkan" (Leverrier)

Mars-Bewegung. Erklärung: Fr. Mars & Jupiter noch große Menge kleinster Massenteilchen, Gesamtanziehung.

Endlich haben sich auch noch Untersuchungen anderer Art über das Newtonsche Gesetz entsponnen, welche die Natur dieser rätselhaften scheinbaren Fernwirkung betreffen, die sich offenbar mit noch viel größerer Schnelligkeit als die Lichtbewegung vollzieht. Wollen wir weiter eine künftige Forschung zugleich mit einem tieferen Erkennen des Wesens dieser Anziehungswirkungen auch eine verfeinerte und vervollständigte Form jenes Gesetzes an die Hand geben

Was die Art und Weise betrifft, in welcher man sich eine solche Vervollkommnung der Newtonschen Formel denkt, so können wir uns z. B. vorstellen, daß die Formel = nun das Anfangsglied einer unendlichen Reihe ist, deren Glieder immer kleiner werden, und deren 2. Glied bereits so klein ist, daß es in den meisten uns bekannten Fällen in den viel größeren Beobachtungsfehlern verschwindet.

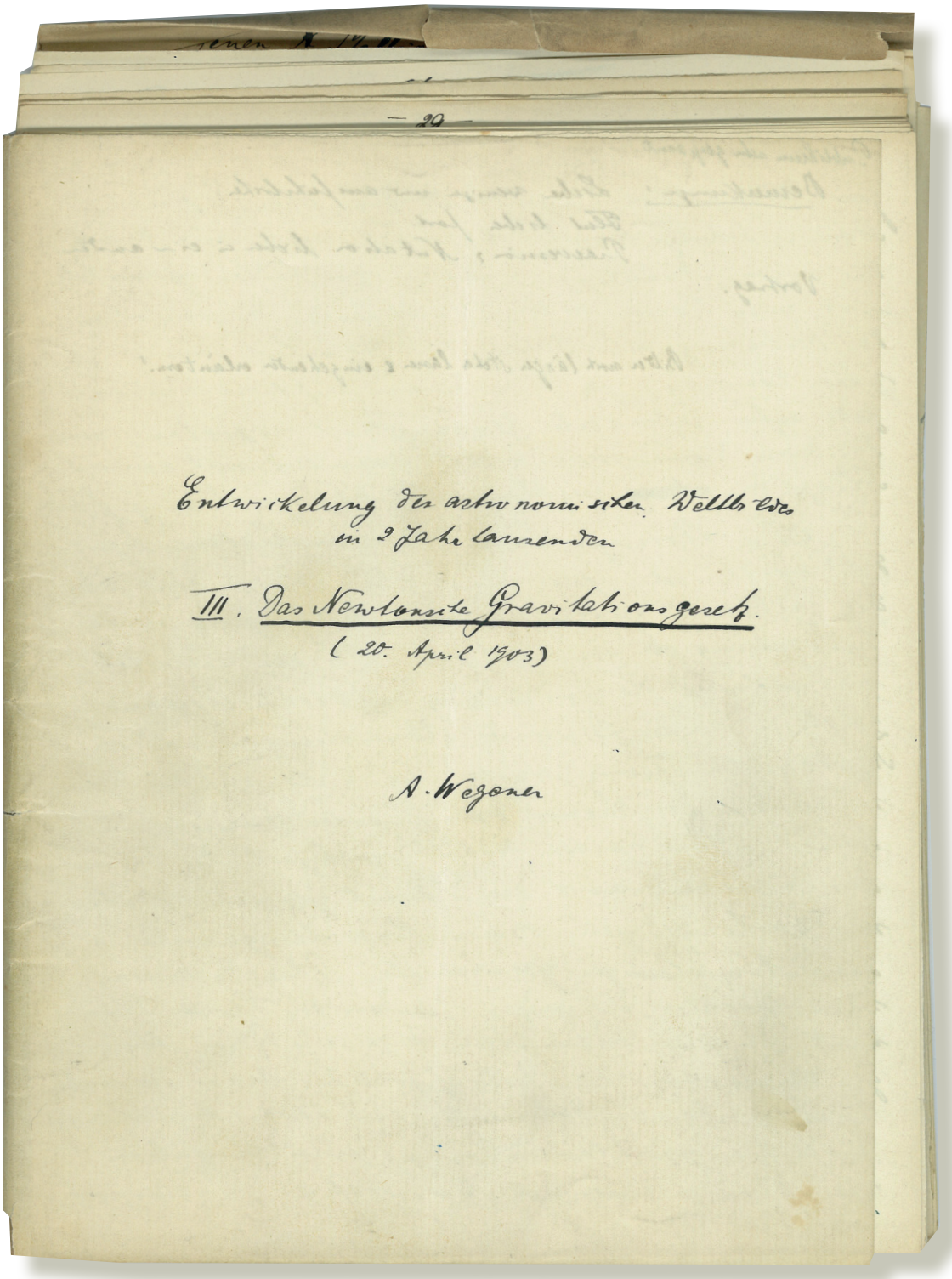
Es muß der Zukunft vorbehalten bleiben, ob sie uns vielleicht zugleich mit einer deutlicheren Erkenntnis des Wesens dieser Anziehungswirkungen auch eine verfeinerte und vervollständigte Form jenes Gesetzes an die Hand geben wird.

In neuerer Zeit ist die Frage nach dem Gültigkeitsbereich des Newtonschen Gesetzes in den Vordergrund des Interesses getreten. Es wurde die Frage aufgeworfen, ob nicht widersinnige Folgerungen entstehen, wenn man die Newtonsche Formel auf auch f.o. größten Entfernungen u.f.o. Massenwirkung unendlich zahlreicher Weltkörpern gelten lässt, und namentlich auch für sehr kleine Abstände der Weltkörper von einander. Die bedeutsamen Untersuchungen ... Seliger. Vorsicht mit dogmatischen Verallgemeinerungen! Wenig berechtigt, Newtonsche Formel = absolutes Weltgesetz (praktische Bedeutung....) Von großer Bedeutung: etwaige Abweichungen. In der Tat: Unerklärte Bewegung des Perikels der Merkursbahn. (Newcomb: 40“ im Jahrhundert) Intramerkurieller Planet „Vulkan“ (Le Verrier) (Auch Marsbewegung. Erklärung: zw. Mars und Jupiter noch große Menge kleiner Massenteilchen, Gesamtanziehung)
Was die Art und Weise betrifft mit der man sich eine solche Vervollkommnung der Newtonschen Formel denkt, so können wir uns z.B. vorstellen, dass diese Formel nur das Anfangsglied einer unendlichen Reihe ist, deren Glieder immer kleiner werden, und deren 2. Glied bereits so klein ist, dass es in den meisten uns bekannten Fällen, in den viel größeren Bearbeitungsfehlern verschwindet.
Endlich haben sich auch noch Untersuchungen anderer Art über das Newtonsche Gesetz entsponnen, welche die Natur dieser rätselhaften scheinbaren Fernwirkung betreffen, die sich offenbar mit noch viel größerer Bewegung als die Lichtbewegung vollzieht. Es muss der Zukunft vorbehalten bleiben, ob sie uns vielleicht zugleich mit einer deutlicheren Erkenntnis des Wesens dieser Anziehungswirkungen auch eine verfeinerte und vervollständigte Form jenes Gesetzes an die Hand geben wird.

English translation:

More recently, the question of the scope of Newton’s law has become an object of interest. It was questioned whether absurd conclusions arise when Newton’s formula is applied to greater distances and mass effects of an unlimited amount of heavenly bodies, and especially for very small distances between the heavenly bodies. The important studies ... Seliger. Careful with dogmatic generalization! Little justification, Newtons law = absolute worldlaw (practical importance ...) Of great importance: possible departures. In fact, unexplained movement of the pericle of the orbit of Mercury. (Newcomb: 40” per century) Intra mercurial planet “volcano” (Le Verrier) (Even Mars movement. Explanation: between Mars and Jupiter still large number of small mass particles, total attraction.
Concerning the way of thinking about such a perfection of Newton’s formula we can, for example, imagine that this formula is only the beginning link in an infinite series whose terms are getting smaller, and the second element is already so small that it disappears in most cases known to us in much larger processing errors.
Finally, different studies have come up with Newton’s law relating to the nature of this mysterious apparent long range effect, which seemingly takes place with much greater movement than the movement of light. It must be reserved for the future, if we will get a better understanding of the nature of these attraction effects as well as attain a more refined and complete form of this law.

Anmerkung: Diese Seite enthält viele Stichwörter, die sich auf die Beschäftigungen mit der Krümmung der Bahn des Merkurs, der Astronomen Seligers, Newcombs und Le Verrier beziehen. Le Verrier nahm an, dass auf Merkur die Gravitationskraft eines weiteren Planeten wirken müsste, um die unerklärte Krümmung seiner Bahn erklären zu können. Diesen taufte er „Vulkan.“ (This page contains a lot of keywords, which refer to the studies of the astronomers Seliger, Newcomb and Le Verrier of the curvature of the planetary course of Mercury. Le Verrier supposed, that there should be another planet next to Mercury, so the unexplainable curvature of its course could be understood. He called this planet: “Volcano”.)



— 20 —

Entwickelung der astronomischen Weltsysteme
in 2 Jahrtausenden

III. Das Newtonsche Gravitationsgesetz.

(20. April 1903)

A. Wegener

Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes in 2 Jahrtausenden
III. Das Newtonsche Gravitationsgesetz
20. April 1903
A. Wegener

46-seitiges, handschriftliches Vorlesungsskriptum. Es enthält am Rand Notizen: „Publikum sehr gespannt" und „Bilder noch länger stehen lassen und genau erläutern". Letzteres bezieht sich auf das Zeigen von Projektionsbildern. Wegener beginnt mit einer Erklärung der drei Keplerschen Gesetze, als Zusatz zur letzten Vorlesung. Erst auf Seite 9 beginnt die Beschäftigung mit dem „Newtonschen Gesetz der Massenwirkung". Er stellt Galileis Idee vor, dass ein bewegter Körper sich geradlinig fortbewegen müsste, was im Kontrast zur gekrümmten Mondbahn steht. Das ist der Ausgangspunkt für die Theorie der allgemeinen Anziehungskraft. Die Krümmung einer Planetenbahn, die eine Folge der Gravitationskraft weiterer Körper ist, bezeichnet Wegener als „Störung". Er befasst sich mit Arten dieser Störungen und beschreibt „die unerklärte Bewegung des Perikels der Merkursbahn" und das fast wortgleich wie am Ende seiner Antrittsvorlesung. Auf den letzten Seiten befasst Wegener sich mit den Bewegungen der Fixsterne, des Sonnensystems und dem Sonderfall des Doppelsterns Sirius, in dem sich beide Sterne um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen.

English translation:

The Development of the Astronomical World View in 2 Millenia
The Newtonian Gravitational Law
(20th of April, 1903)

... a handwritten scriptum for a lecture, 46 pages long. Wegener explains first the three Kepler' laws, and just begins to talk about Newton's law of universal gravitation on page 9. He describes the law of gravity as the cause of the shape of the planetary paths, the motion of the solar system within the Milky Way and touches the case of the double-star Sirius, in which both stars rotate about their common centre of gravitation.

Die Entwickelung des astronomischen
Weltbildes
in 2 Jahrtausenden.

IV. Die Kant-Laplace'sche Theorie der Entstehung des Sonnensystems. (Experimente)

[Plateaus Versuch, Abplattung, Formen der Raumspirale, Ringe, Monokineten

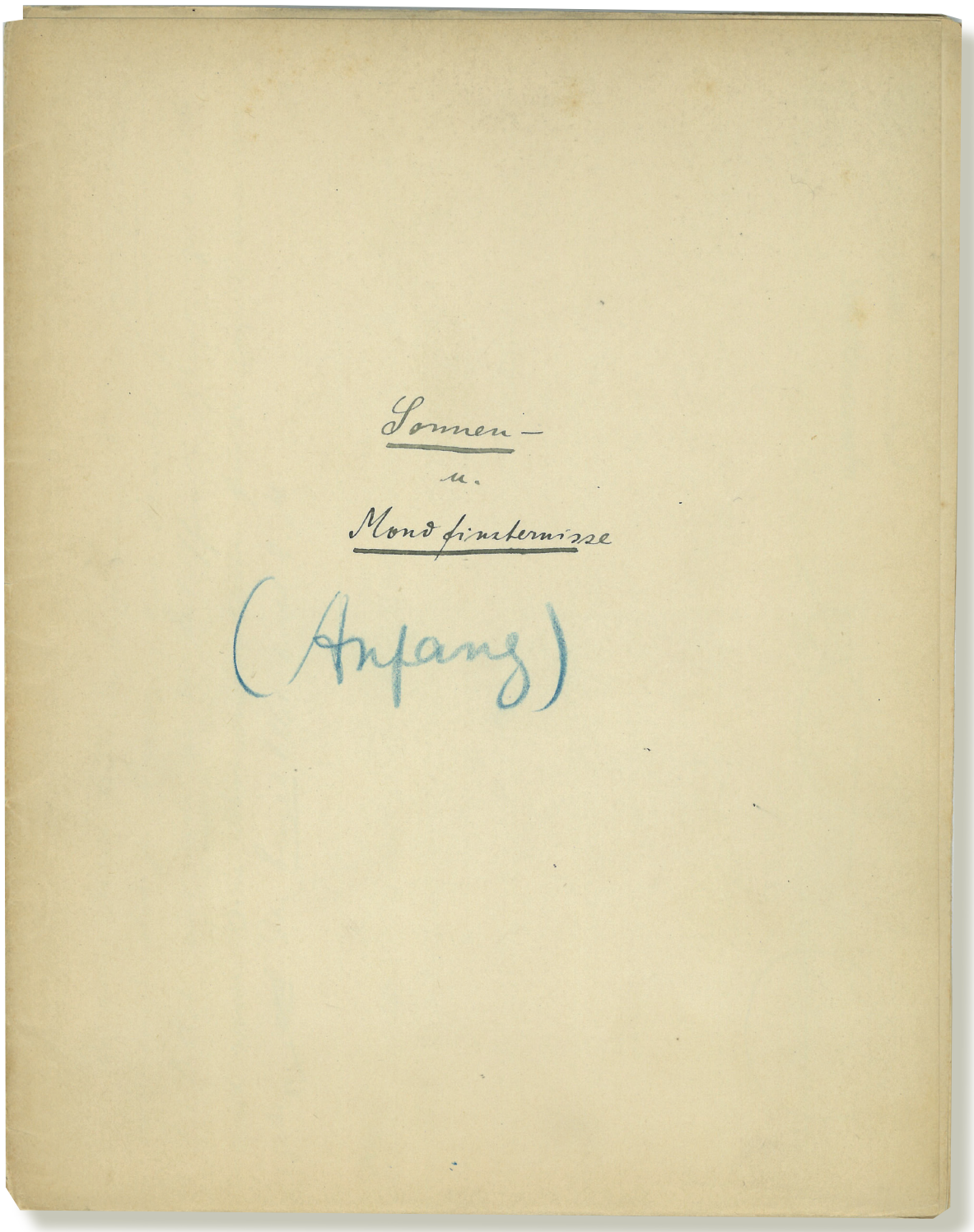
Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes in 2 Jahrtausenden.
IV Die Kant-Laplacesche Theorie der Entstehung des Sonnensystems (Experimente)
(Plateaus Versuch, Abplattung, Formen der Raumspirale, Rauchringe, Mondkrater)

Ein 50-seitiges, handschriftliches Vorlesungsskriptum. Es stellt einen Anhang der bisherigen Vorträge dar, beinhaltet Experimente mit Rauchringen, die „wenn sie auch nichts beweisen, die Sache doch so schön veranschaulichen können", und das Zeigen von Projektionsbildern. Wegener erzählt über die Philosophien und Weltbilder der vergangenen Kulturen. Er beschreibt die Nebularhypothese, die auch den Namen „Kant-Laplacesche Theorie" trägt, als heutige Vorstellung der Entstehung und Evolution des Sonnensystems. Auszug: „Laplace nimmt 1796 an, (...) dass es eine Zeit gab, in welcher aller Raum über die Neptunbahn hinaus mit den fein verteilten Massen der jetzigen Himmelskörpern erfüllt war, die rotierte, zunehmend erkaltete und dadurch Ringformen zurückließ, aus denen durch Ballung die Planeten entstanden." Im zusammenfassenden Schlusswort bemerkt Wegener: „Ich fürchte hin und wieder zu viel Theoretisches gebracht zu haben – aber schwer, wo das Populäre aufhört und das Fachmännische anfängt, diese Grenze zu halten."

English translation:

The Development of the Astronomical Worldview in 2 milleniums
IV The Kant-Laplace Theory of the Formation of the Solar system (Experiments)

This script is an addition to the former one, containing 50 pages. The Kant-Laplace Theory is the nebular hypotheses to explain the formation and evolution of the solar system. Wegener illustrates the theory, which describes the origin of the solar system with rotating clouds, where the masses collide and thus form the planets, with smoke rings. In the end he apologizes, in case he talked too much about "theoretical aspects".


Sonnen-
u.
Mond finsternisse
(Anfang)

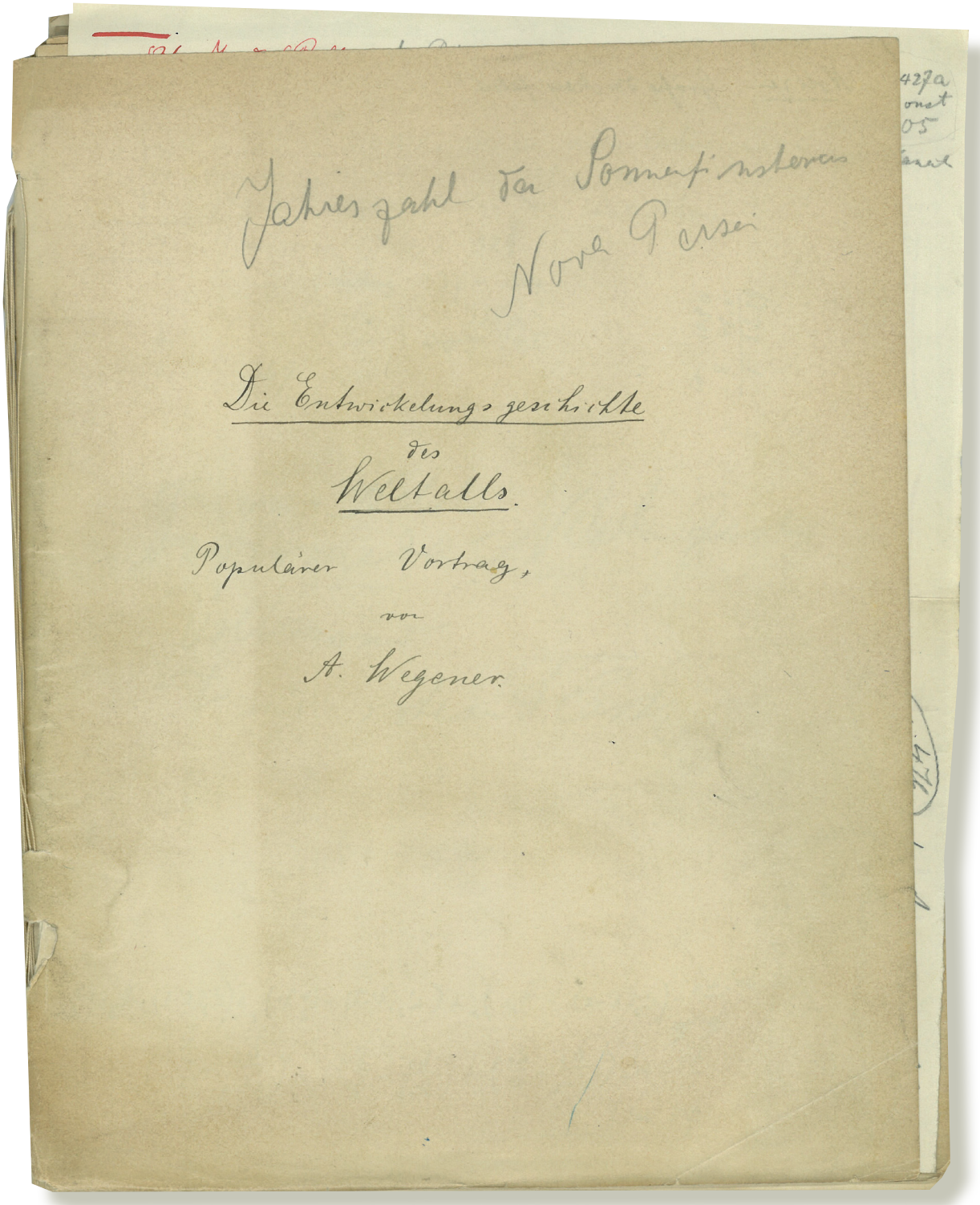
Sonnen- u. Mondfinsternisse
(Anfang)

Zehnseitiges, handschriftliches Vorlesungsskriptum. Inhaltlich ist dieses Skriptum Wegeners ein kulturwissenschaftlicher Vortrag, der sich mit Naturphänomenen und deren Auswirkung und Bedeutung in der menschlichen Geschichte befasst. Auszüge: „Die überzeugende Macht des Naturgesetzes ist nirgendwo so untrüglich wie am Sternenhimmel." „Naturschauspiele wie Finsternisse versetzen das Gemüt in Aufregung, sie sind bereits im Altertum von großer Bedeutung, und ihr Einfluss ist heute noch bei Naturvölkern beobachtbar." Er beschreibt das Ende einer Sonnenfinsternis folgendermaßen: „... das gewohnte Tageslicht breitet sich wieder über der Landschaft aus, von der aufatmenden Natur wie eine Erlösung begrüßt." „Durch jahrhundertealte Aufzeichnungen lernten die Priester des Altertums, diese Ereignisse vorauszubestimmen. Eine Periode war die Saros; demzufolge sich alle 19 Jahre die Finsternisse wiederholen. Dieser war wahrscheinlich bereits 2000 vor Christus bei den Chinesen bekannt. Aufzeichnungen bezeugen, dass zwei Beamte in China, Hi und Ho mit Namen, zur Todesstrafe verurteilt wurden, da sie eine Finsternis nicht rechtzeitig ankündigten, auf die sich der Kaiser mit Fasten und Ritualen vorbereitete."

English translation:

Eclipses of the Sun and of the Moon
(Beginning)

With regard to the content, this script is primary cultural-scientific. Wegener describes the impact eclipses had on the human temper and nature, and adds that this can still be recognized in primitive cultures. Later he talks about the large tradition of predicting the eclipses. Old records suggest, that already 2000 years before Christ, the earliest astronomers of China knew specific periods of the eclipses, so the people could prepare for these special events.


Jahreszahl der Sonnenfinsternis
Nova Persei
Die Entwickelungsgeschichte
des
Weltalls.
Populärer Vortrag,
von
A. Wegener.

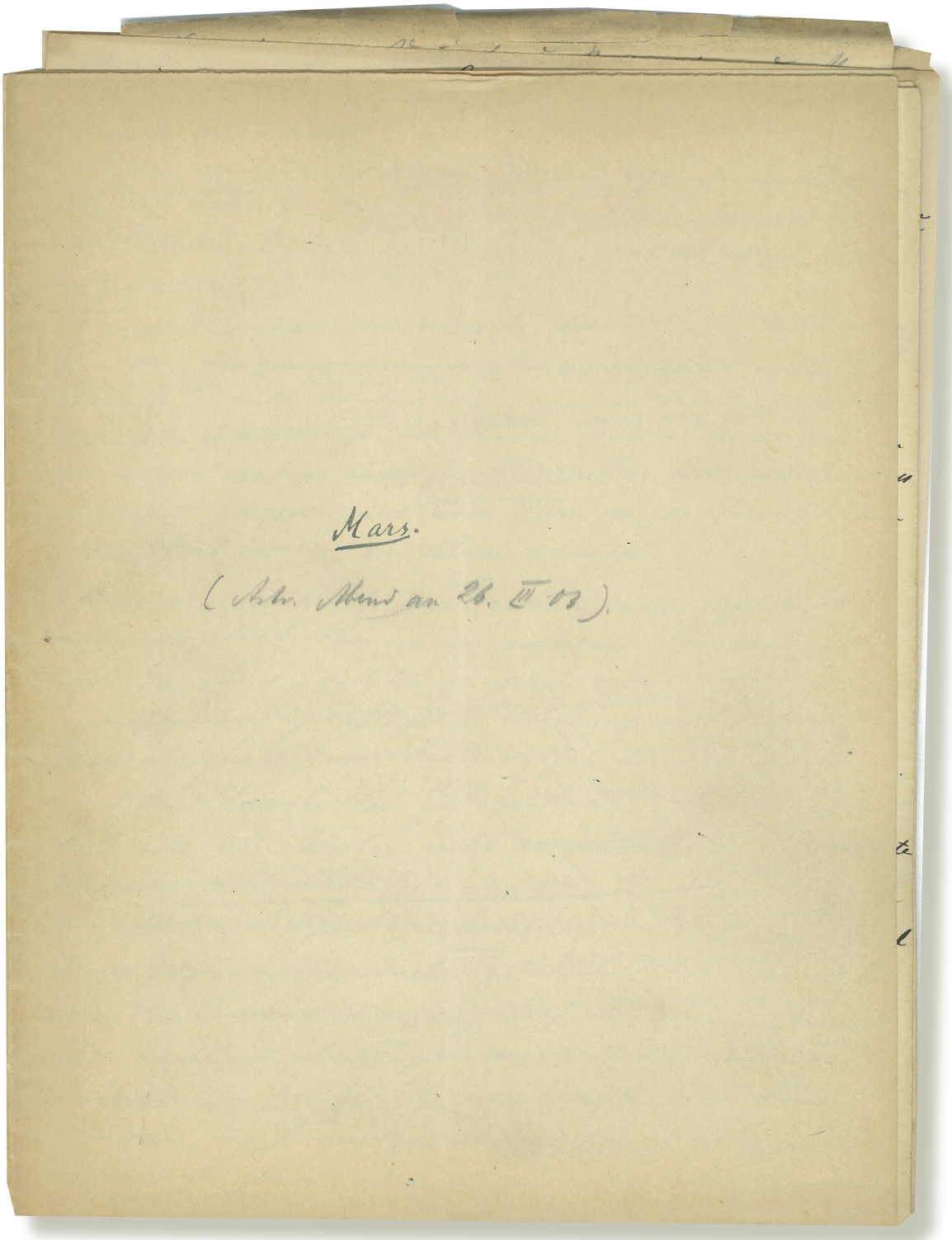
Die Entwicklungsgeschichte des Weltalls
Populärer Vortrag
von
A. Wegener

29-seitiges, handschriftliches Vorlesungsskriptum. Wegener stellt die Nebularhypothese vor und beschreibt die Evolution der Milchstraße und der einzelnen Planeten unseres Sonnensystems. Er beschäftigt sich mit dem Aussehen des Mondes und stellt die Idee vor, dass die typischen Mondkrater durch Meteoriteneinschläge entstanden sind. Für die verschiedenen Entwicklungsphasen der Planeten gibt er als Beispiel Jupiter an, der sich in einer früheren Entwicklungsphase befinden soll als die Erde und der Mars, weil der Abkühlungsprozess bei ihm noch nicht vollzogen ist. Zitat: „Die Glut (des Jupiters) schimmert also noch verhalten durch die feste Oberfläche hindurch." Zur Entstehung des Mondes meint Wegener: „Die Materie des Mondes war ursprünglich ringförmig um die Erde herum gelagert. In diesem Ring bildete sich ein Knotenpunkt, der nach und nach die ganze Materie der Ringes an sich heranzog." Wegener meint, dass die Ringe des Saturns diesselbe Situation darstellen, da die Materie in ihnen aber symmetrisch angeordnet ist, sind bis jetzt noch keine weiteren Monde entstanden. Schlusswort: „Und unser philosophischer Geist, gestürzt auf freilich noch nicht ganz beweiskräftige Tatsachen, schließt die gewaltige Kette der Entwicklung und lässt den starren Körper wieder zum Urnebel werden."

English translation:

The history of the origin of the universe
Common Lecture
A. Wegener

In this script Wegener describes the evolution of the solar system, giving specific examples for the different evolutionary stages, such as Jupiter not having finished its cooling process yet, in contrast to Earth or Mars. Furthermore, Wegener explains the distinctive appearance of the moon, as due to meteorite strikes. Finally, he suggests the idea of the evolution of the cosmos as a circle that leads to the formation of a new nebular cloud.


Mars.
(Abh. Akad. am 26. III 03).

Mars

15-seitiges, handschriftliches Vorlesungskriptum. Befasst sich überwiegend mit der Frage, ob es Leben auf dem Mars gibt. Zu der Annahme, dass am Mars Leben existieren könnte, war man durch die Entdeckung „geradliniger Kanäle" am Mars gekommen. Diese wirkten so unnatürlich, dass sie Spuren intelligenten Lebens sein sollten. Diese Kanäle könnten auch Flüsse oder „Vegetationszonen" darstellen. Wegener behandelte außerdem die weißen Polkappen, die eventuell aus fester Kohlensäure bestehen sollten und die Atmosphäre des Mars. Auszüge: „Wenn dem Astronomen vom Fach die typische Frage nach den Marsbewohnern vorgelegt wird, so hat er stets das Gefühl, als wolle man ihn aufs Glatteis führen. Vom streng wissenschaftlichen Standpunkt aus muss er die Beantwortung dieser Frage ganz ablehnen und er kann nur mit Achselzucken erwidern: wir wissen es nicht und können es auch heute nicht wissen." „Wenn man sich so vergegenwärtigt, in welchem Maße diese Annahme von Marsbewohnern hypothetisch ist, so kommt es einem seltsam vor, wenn eine Dame in Frankreich der Pariser Akademie ein Legat von 100 000 Franks zum Zweck der Errichtung einer Correspondanz mit den Marsbewohner vermachte."

English translation:

Mars

Hand written manuscript for lectures, 15 pages. In this manuscript Wegener discusses unusual observations on Mars, for example the unnatural looking "canals", and if they could be evidence for intelligent life. He also argues about the occurrence of water and the chemical composition of Mars' atmosphere. However, he does not miss the fact, that the life on Mars is nothing more than a mere assumption, concluding: "We don't know it and cannot know it."

Astrologie.

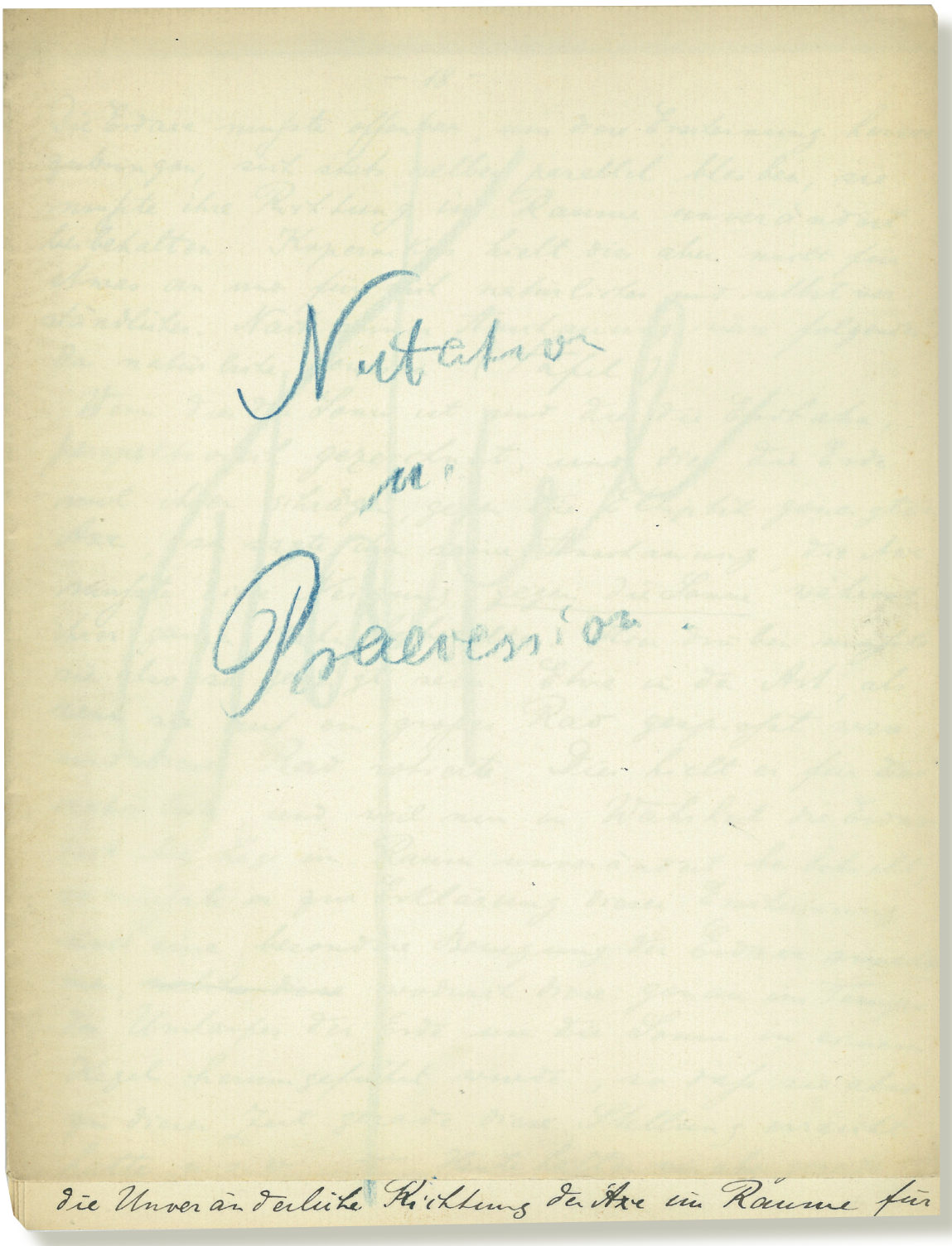
Astrologie

Zwölfseitiges, handschriftliches Vorlesungsskriptum. Beinhaltet Geschichten über die „Irrlehren der Astrologie", und Wegener macht darauf aufmerksam, dass Astrologie mit Wissenschaft nichts zu tun hat: „Die Astrologie war ja zweifellos eine Irrlehre, ein Wahn und beruhte vielfach nur auf berechneter Ausbeutung der menschlichen Dummheit." Er bemerkt, dass er um dieses Thema nicht umhin wollte, weil die Astrologie großen Einfluss zu der Zeit hatte, als Kopernikus das heliozentrische an Stelle des geozentrischen Systems setzte. Wegener beschreibt die enge Beziehung des geozentrischen Weltbildes mit der Astrologie und bemerkt: „Die größte Blüte erlangte die Astrologie im Mittelalter, wo sie eine kaum fassbare Ausdehnung und Macht annahm und alle Wissenschaften förmlich durchtränkte."

English translation:

Astrology

Hand written manuscript for lectures, 12 pages long. In this manuscript Wegener discusses the superstitions concerning astrology and tells some anecdotes about former cultures in relationship with astrology. As a reason for not leaving out this topic he says, that astrology formed an important part in the period, where Copernicus came up first with his heliocentric system.


Nutation
und
Präcession.
die Unveränderliche Richtung der Axe im Raume für

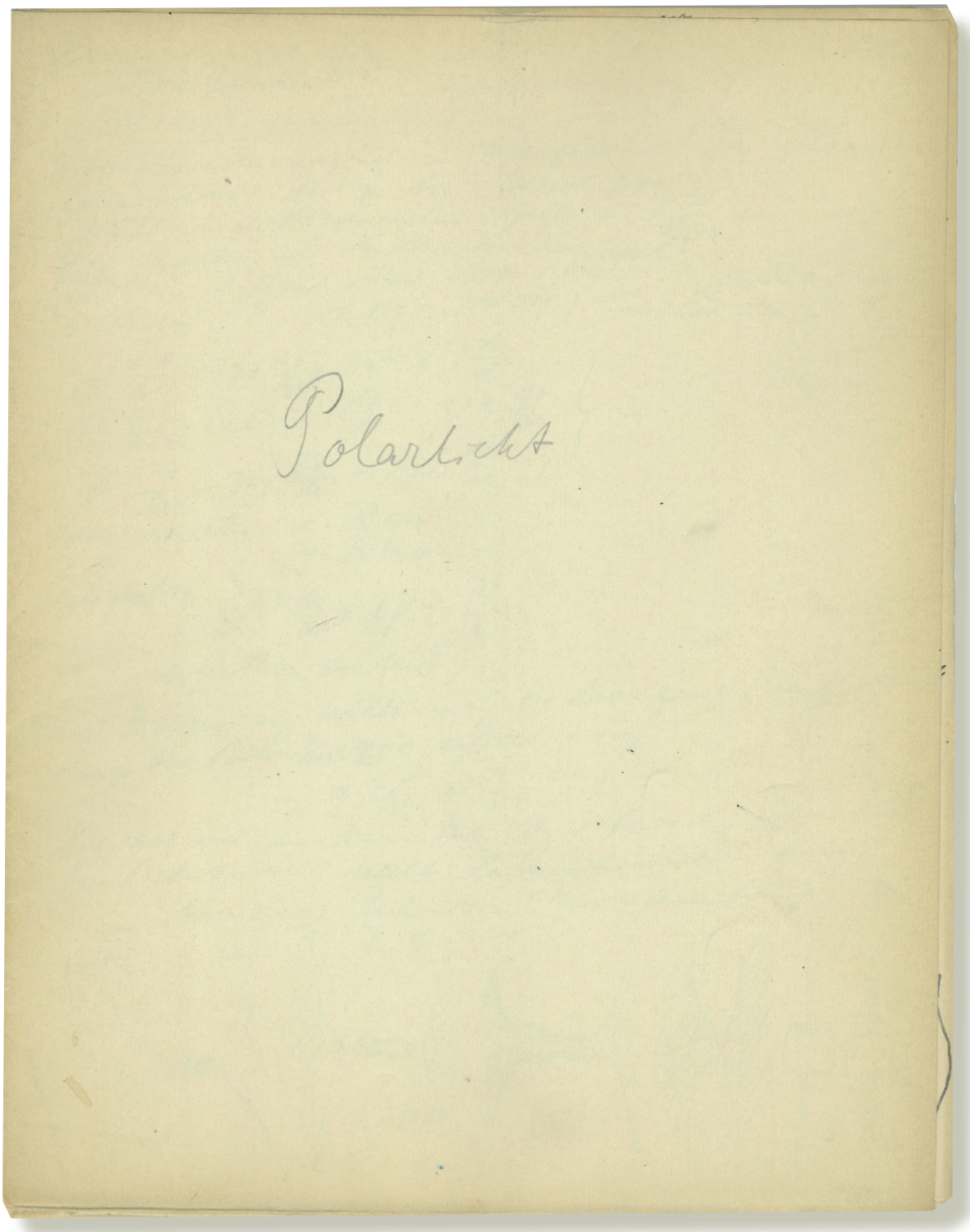
Nutation und Präzession

Siebenseitiges Vorlesungsskript. Wegener befasst sich in diesem Skript mit den zwei im Titel genannten Bewegungen der Erdachse. Er erklärt diese Bewegungen folgendermaßen: „Die Präzessionsbewegung, welche die rotierende Erde ausführt, rührt von den Anziehungswirkungen der Sonne und des Mondes auf die schräg gestellte Erde her. Man kann es sich so veranschaulichen, dass beide, Sonne wie Mond, bestrebt sind, den Erdäquator in die Ebene der Erdbahn einzustellen, und dass die Einstellung nun, wie ein rotierender Kegel, auf die eine zur Rotationsachse senkrechte Kraft wirkt, um diese Einstellung herumpendelt. Eng verbunden damit ist die Nutationsbewegung, die darin besteht, dass die Erdachse eben diesem Präzessionskegel nicht genau beschreibt, sondern auch gleichsam um diese mittlere Lage wieder hin- und herpendelt."

English translation:

Precession and Nutation

Script or lecture seven pages long. It contains explanations about „Precession and Nutation", two specific movements of the axis of the Earth, due to the gravitation of Sun and Moon. For describing them Wegener uses the example of a cone, on which a force is applied, vertically to the axis of rotation. This force is the gravitational force of the sun and the moon, and the name of the motion, caused by it, Precession. Whereas the Nutation represents a periodic oscillation of the Precession.


Polarlicht

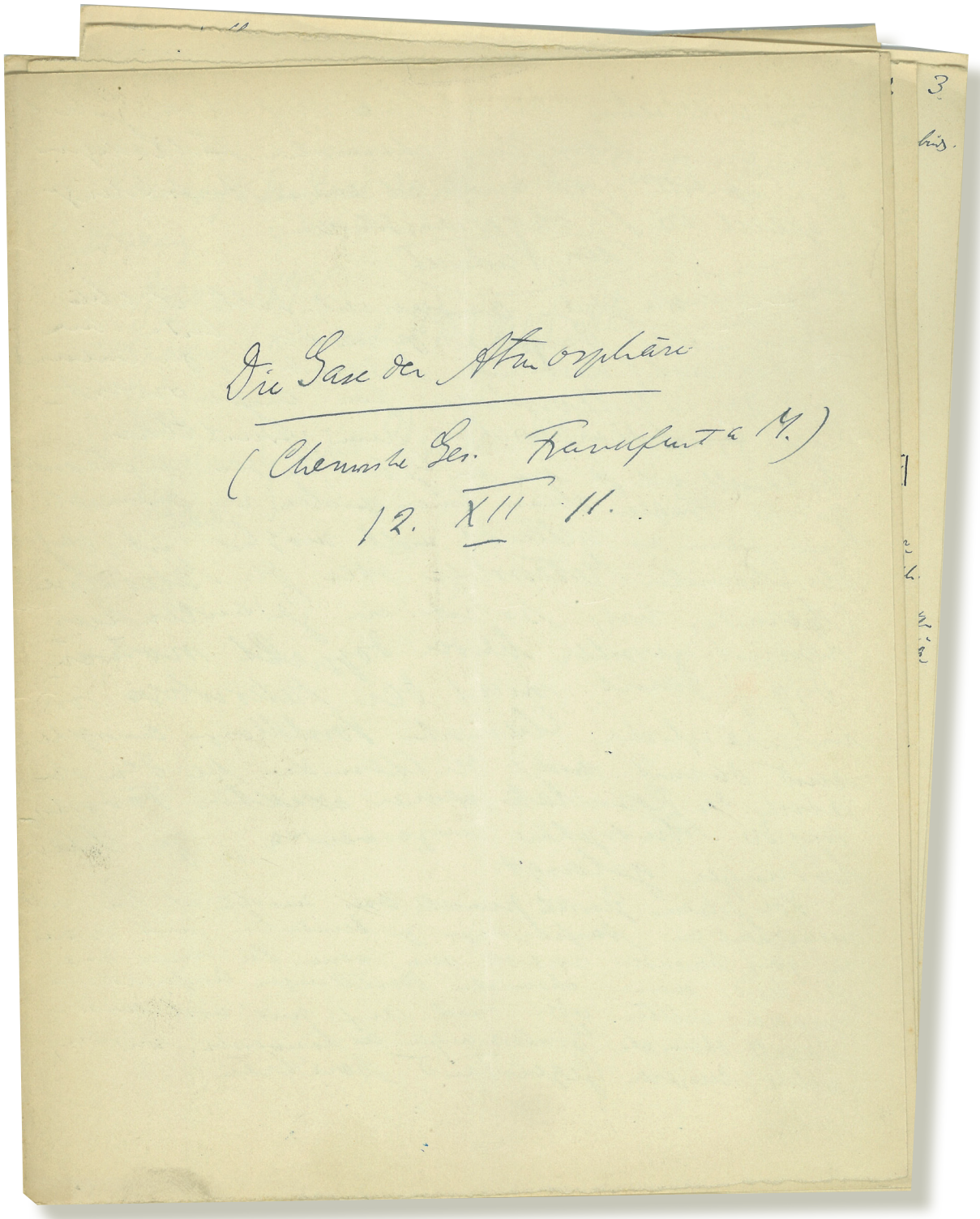
Polarlicht

Vierseitiges, handschriftliches Skript, wahrscheinlich nicht vollständig. Beinhaltet kaum lesbare Notizen Wegeners, Berechnungen und Tabellen, die sich mit Themen wie den Bahnformen der Planten und dem Polarlicht befassen. In einem anderen Skript geht Wegener genauer auf das Polarlicht ein. Er beschreibt das elektromagnetische Feld der Erde und erwähnt, das Polarlicht entstünde durch einen „Strom von Elektronen und Ionen, die von der Sonne kommen", heute unter dem Begriff Sonnenwind bekannt. Auch der Name des Physikers Birkland, der diese Theorie Anfang des 20. Jahrhunderts vertrat, fällt. Die Existenz des Sonnenwindes konnte erst 1959 nachgewiesen werden.

English translation:

Polar Lights

Hand written script, containing four pages. The notes are not easily readable and contain a lot calculations and tables. In another script, Wegener talks about the electromagnetic field of the Earth and the Birkland's theory of "currents of electrons coming from the Sun" causing the Polar Lights. These currents are now known as solar winds, and were experimentally proofed not until 1959.


Die Gase der Atmosphäre
(Chemische Ges. Frankfurt a M.)
12. XII 11.

Die Gase der Atmosphäre
(Chemische Ges. ...punkte M.)

Sechsseitiges, handschriftliches Skript. Beinhaltet kaum lesbare Notizen Wegeners, Berechnungen und chemische Angaben. Die erste Seite ist mit Bleistift beschrieben, er beschreibt die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und stellt dazu Berechnungen an.
Wegener notierte „Erforschung der obersten Atmosphäre-Schichten" und „Meteoriten: beim Eintritt in die Stickstoffsphäre: Helligkeitszuwachs". Es schreibt über den Farbenwechsel der Meteoriten und erwähnt das Polarlicht. Auszug: „Lenards Beweis: Es kann also die Beobachtung von Nordlicht in Höhen über 300 km als ein besonderer Nachweis der Anhäufung leuchtender Gase in diesen obersten Schichten der Atmosphäre angesehen werden."

English translation:

The gases of the atmosphere
(Chemical ... points)

Hand written script, six pages long. This manuscript contains a lot of calculations and hardly readable notes of Wegener. One headline says: "The exploration of the atmosphere's upper layers". Some notes are about the chemical composition of the Earth's atmosphere, others about meteors and their change of colors, when entering the atmosphere.

Der erste, der diese Inversionen als Diskontinuitätsflächen in der Atmosphäre erkannte, war v. Helmholtz. Er zog auch sofort eine Reihe wichtiger mathematischer Schlußfolgerungen aus dieser Erkenntnis, deren bekannteste seine Untersuchungen über Luftwogen sind. Durch den Temperatursprung wird nämlich auch ein Sprung in der sonst kontinuierlich mit der Höhe abnehmenden Luftdichte erzeugt, sodaß wir zwei Medien von verschiedener Dichte haben, die übereinander herziehen, und an deren Grenzfläche ebensogut Wogen aufgeworfen werden können wie an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft. Auf diese Weise erhalten die so häufigen Wogenwolken und andere Erscheinungen eine befriedigende physikalische Erklärung.

Wir wollen hier ganz kurz etwas auf dies Problem eingehen. Allerdings wollen wir hier nicht die schwierigen mathematischen Entwickelungen durchrechnen (nach Helmholtz von Wien weitergeführt) sondern uns auf die praktisch meteorologische Seite der Frage beschränken.

Die erste Grundlage der Theorie der Luftwogen hat Helmholtz in seiner Abhandlung „Über atmosphärische Bewegungen" gegeben. Die epochemachende Bedeutung liegt vor allem in dem (zum ersten Mal gebrauchten) Nachweise, daß sich auch innerhalb der Atmosphäre an den Inversionen Luftwogen bilden müssen. Helmholtz entwickelte die Regeln, nach denen man sich, wenn nur in 1 Fall sämtliche Größen bekannt sind, nun auch für alle andern Dichtigkeits- und Geschwindigkeiten die zu derselben geometrischen Wellenform gehörige Wellenlänge berechnen kann. Für 2 Beispiele leitete Helmholtz auch numerische Werte ab. Dann setzte Wien diese Untersuchungen weiter. Unter der Annahme, daß die Wellenform bestimmten geometrischen Bedingungen genüge, gelang es ihm das Problem zu lösen, wobei sie natürlich doch noch d. h. die Wellenlänge und, innerhalb gewisser Grenzen variieren kann Höhe direkt aus den gegebenen Größen des Dichtigkeitssprunges und der Windverschiedenheit zu berechnen. Für 3 derartige Systeme hat er die Rechnung durchgeführt.

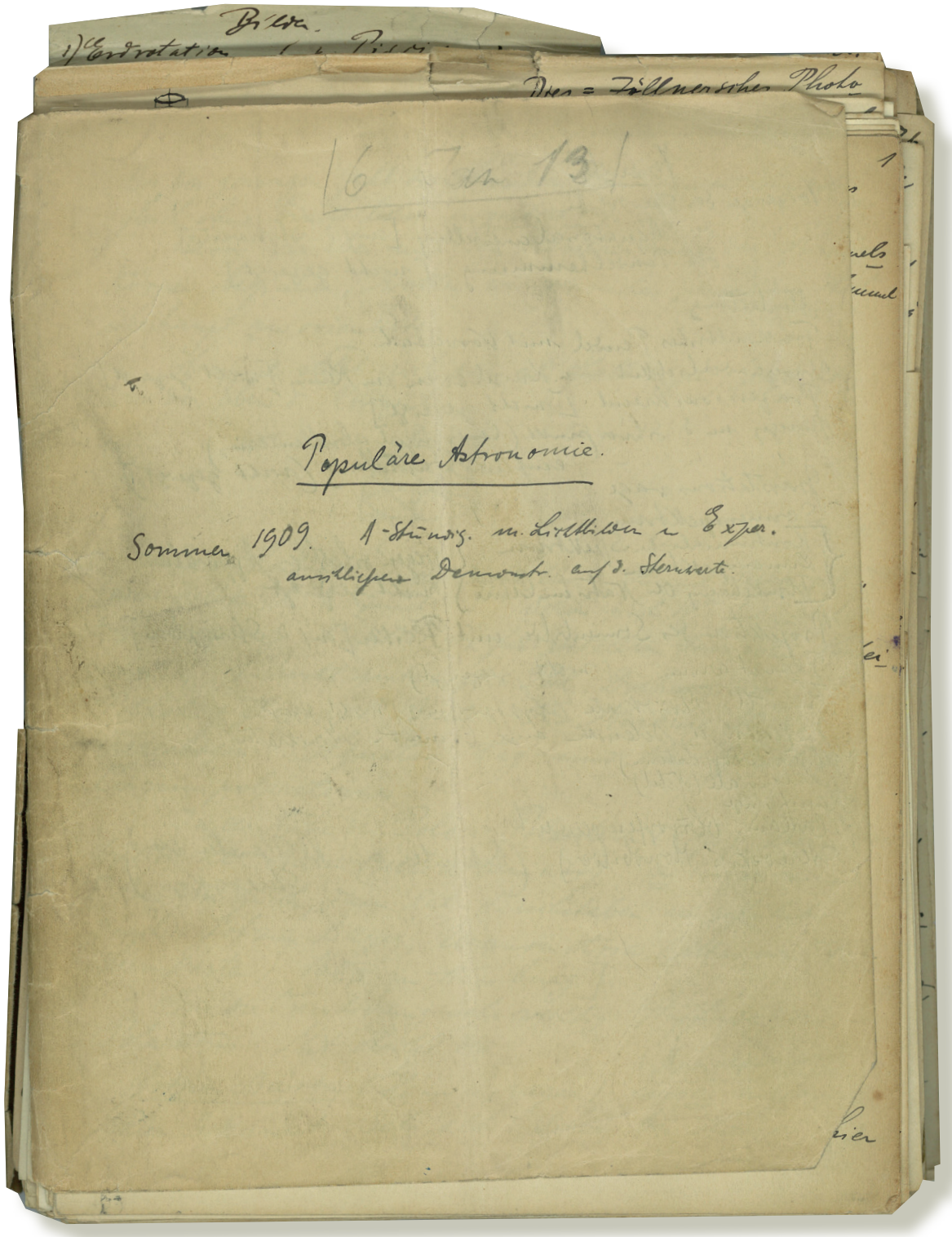
Unbenanntes Skript

Ca. 50-seitiges, unbenanntes Skriptum. Es beginnt mit einem aufgeklebten Abschnitt eines gedruckten Textes, der sich mit „Luftwogen" beschäftigt, die in der Atmosphäre auftreten, aufgrund eines Temperatursprunges, der auch einen Sprung in der kontinuierlich abnehmenden Luftdichte erzeugt, was dazu führt, dass zwei „übereinander herziehende Grenzflächen" Wogen aufwerfen. Er bezieht sich auf die Theorie von v. Helmholtz, der diese in seiner Abhandlung „Über die atmosphärischen Bewegungen" aufstellte. Auf den folgenden Seiten befinden sich Rechnungen, Tabellen und Gedankengänge Wegeners rund um dieses Thema. Außerdem befasst er sich mit weiteren meteorologischen Phänomenen wie der Wolkenbildung.

English translation:

Unnamed Script

This script is about 50 pages long. It starts with a printed paragraph, which was glued on top of the page. Wegener is talking mostly about the changes in temperature in the atmosphere, discontinuity and inversions of the aerial currents in these heights. On the following pages there are many calculations, tables and ideas, not only about this topic but in general about meteorological phenomena like the formation of clouds.


Populäre Astronomie.
Sommer 1909. 1-stündig. m. Lichtbildern u. Experim.
ausführliche Demonstr. auf d. Sternwarte.

Populäre Astronomie

110-seitiges, handschriftliches Skriptum aus dem Jahr 1909, das Rechnungen, Tabellen, Gedankengänge, Zeichnungen, Experimente und Versuche für Vorlesungen und Teile von Vorlesungen beinhaltet. Es wirkt wie eine ungeordnete, chaotische Materialsammlung, die wahrscheinlich als Grundlage für Wegeners Vorträge diente. Das Skript beinhaltet sämtliche in den anderen Skripten behandelte astronomische Themen, auch Elektromagnetismus und Polarlicht, Gravitation, Erdrotation, Erdwärme, Eigenbewegung des Sonnensystems, Rotation der Sonne und Sonnenflecken.

English translation:

Popular astronomy

Hand written script, 110 pages long, from 1909. It contains texts for lectures, notes, calculations and drawings. This script seems to be a collection of sources for Wegener's works. Its content covers all topics of the former scripts and more.

Grönlandkarte

Grönlandkarte (im Original 55 cm x 77 cm), die Alfred Wegener offensichtlich zur Planung seiner Grönland-Expedition 1930 benutzt hatte. Auf der gedruckten Karte ist die Route von P. Koch und A. Wegener von 1913 bereits aufgedruckt. Die Karte ist mit Bleistift-Notizen über Gletscherspalten-Verhältnisse und andere Aspekte der für 1930 geplanten Route zwischen der Westküste und der geplanten Station Eismitte versehen. Am unteren Rand ist ein Höhenprofil der Route skizziert.

English translation:

Map of Greenland

Map of Greenland (55 cm x 77 cm) that was apparently used by Alfred Wegener for the planning of his 1930 Greenland Expedition. The route across the ice sheet that P. Koch and A. Wegener took in 1913 is already printed on the map. The map is annotated with hand written pencil notes on crevasse conditions and other aspects of the planned route between the west coast and the station Eismitte, that was to be established in 1930. Along the bottom of the map, there is a sketch of an elevation profile for this route.

Wegener's Grönlandsexpedition

BAFFIN-BUGT

GRØNLAND

GRØNLANDS HAVET

DANMARK-STRÆDE

DAVIS-STRÆDET

ISLAND

GRANT LAND

GRINNELL-LAND

ELLESMERE LAND

LINCOLN-BAY

PEARY LAND

KONG FREDERIK VIII LAND

KONG CHRISTIAN LAND

KONG OSCAR FJ.

HUDSON LAND

ANDRÉE LAND

KEJSER FRANZ JOSEPH FJ.

SUESS LAND

LIGNIN LAND

DAVY SUND

SCORESBY LAND

JAMESON LAND

RENLAND

GRÆNSEN MELLEM NORD- OG SYDGRØNLAND

UPERNIVIK DISTRIKT

J. P. Koch 1913

SVARTENHUK

P. J. KOCH LAND

UMANAK DISTRIKT

RITENBENK DISTRIKT

JAKOBSHAVN DISTRIKT

CHRISTIANSHAAB DISTRIKT

EGEDESMINDE DISTRIKT

DISKO

DISKO BUGT

Maalestok 1:6 900 000.

100 0 100 200 300 400 Kilometer

● Koloni. ▪ Handelssted.