

Vorlesungen

über die

Astronomie,

zur Belehrung derjenigen, denen es an
mathematischen Vorkenntnissen fehlt.

Von

H. W. Brandes,

Professor in Leipzig.

Erster Theil.

Mit Kupfern.

Leipzig,

bei G. J. Göschen. 1827.

V o r r e d e .

Es wird wohl kaum einer Entschuldigung bedürfen, daß ich statt einer nöthig gewordenen neuen Auflage der Briefe über die Astronomie eine andre Art des Vortrags gewählt habe. Wenn man sein eignes Werk zum dritten Male nach einem Zeitraume von 15 Jahren wieder überarbeitet, so ist es wohl natürlich, daß man mit manchem Einzelnen nicht mehr ganz zufrieden ist, und sich einbildet, man werde in einer neuen Darstellung seinen Zweck noch besser erreichen, — wenigstens war das der Grund, warum ich diese gänzliche Umarbeitung versucht habe. Indes glaubte ich, da meine frühere Arbeit mit dem Beifall des Publicums beehrt worden ist, den dort befolgten Plan auch jetzt im Auge behalten zu müssen, und habe daher auch in diesem veränderten Vortrage eben so wenig Vorkenntnisse vorausgesetzt und eben die einfache, möglichst verständliche und doch nicht allzu

oberflächliche Darstellung beizubehalten gesucht, die ich dort mir zum Ziele gesetzt hatte.

Die Kupfertafeln aus den Briefen sind beibehalten worden, theils weil nach der Natur der Sache doch sehr nahe übereinstimmende wieder erforderlich gewesen wären, theils um den Preis dieses Buches etwas zu vermindern. Das Inhaltsverzeichnis ist so eingerichtet, daß es zugleich, als ein ziemlich vollständiges Register über alle vorkommenden Kunstausdrücke, zum Nachschlagen dienen kann; und aus diesem Grunde ist es weitläufiger, als für eine bloße Anzeige des Hauptinhaltes nöthig wäre. Daß ich mich bemüht habe, die neuesten Entdeckungen anzuführen und zu erklären, versteht sich so sehr von selbst, daß ich es kaum zu bemerken brauche.

Möge es mir gelungen seyn, auch in dieser Darstellung den Wünschen billiger Leser Genüge zu leisten, und möge meine Arbeit beitragen, die Kenntniß derjenigen Wissenschaft, die für Verstand und Gemüth so ungemein viel Befriedigendes gewährt, weiter zu verbreiten.

Leipzig d. 18. Januar 1827.

H. W. Brandes.

I n h a l t.

Erste Vorlesung. Einleitung. Seite 1 — 8

Zweite Vorlesung. Auf- und Untergang der Gestirne. Fixsterne. Umdrehung der Himmelskugel. Pol. Polarstern. Aequator des Himmels. Erscheinungen der täglichen Bewegung der Himmelskugel in andern Gegenden der Erde. Zenith. Gegenden unter dem Aequator, und unter dem Pole. Das Mittagsfernrohr. Verticallinie. Parallelkreis. Meridian. Mittagskreis. Der Meridiankreis. Niveau. Wasserröge. Verticalkreis. Parallaxisches Fernrohr. S. 9 — 23.

Dritte Vorlesung. Die Erde ist keine Ebne. Bestimmung der Krümmung der Erde. Polhöhe. Kugelgestalt der Erde. Bestimmung ihrer Größe. Sphäroidische Gestalt der Erde. Ihr Durchmesser in Faden. S. 24 — 35.

Vierte Vorlesung. Durchgang der Sterne durch den Meridian. Geographische Länge und Breite. Pole und Aequator der Erde. Ungleiche Größe der Längengrade. Längenunterschied in Zeit und im Bogen. Erster Meridian. Unterschied zwischen Breite und Polhöhe auf der sphäroidischen Erde. Gebrauch der künstlichen Erdkugel. Antipoden. Gebrauch der künstlichen Himmelskugel. S. 36 — 45.

Fünfte Vorlesung. Eigne Bewegung des Mondes. Eigne Bewegung der Sonne. Ungleiche Erscheinung der Sterne in verschiedenen Jahreszeiten. Die Sonne im Widder u. s. w. Sonnenbahn am Himmel. Ecliptik. Die 12 Zeichen des Thierkreises. Nachtgleichen. Aequinoctien. Aequinoctialpunkte. Solstitien. Erscheinungen der Sonne in verschiedenen Gegenden der Erde. Zonen der Erde. Wendekreise. Polarkreise. Seite 46 — 55.

Sechste Vorlesung. Atmosphäre der Erde. Bestimmung ihrer ungleichen Dichtigkeit. Barometer. Brechung der Lichtstrahlen. Strahlenbrechung in der Atmosphäre. Refraction. S. 56 — 64.

Siebente Vorlesung. Darstellung der Erscheinungen der Sonne an der künstlichen Himmelskugel. Declination der Sonne. Zeichen der Ecliptik. Höhe und Azimuth der Sonne. Dämmerung. Helle Nächte. Zenithdistanz. Abweichung. Declination. Gerade Aufsteigung. Rectascension. Declinationskreis. Breite und Länge der Gestirne. Rückgehen der Nachtgleichen. Präcession. Wendekreise. S. 65 — 72.

Achte Vorlesung. Weg des Mondes an der Himmelskugel. Phasen des Mondes. Neumond. Mondesviertel. Vollmond. Sonnenfinsternisse. Knoten der Mondbahn. Totale, partielle, ringförmige Sonnenfinsternisse. Mondfinsternisse. Verschiedene Stellungen des Mondes nach Verschiedenheit der Jahreszeiten. Warum der Mond am Horizont größer erscheint. S. 73 — 83.

Neunte Vorlesung. Ungleiche Erscheinung der Sonnenfinsternisse in verschiedenen Standpunkten. Bestimmung der Finsternisse nach Zollen. Sternbedeckungen. Parallaxe. Horizontalparallaxe. Höhenparallaxe. Aequatorialparallaxe. Längenbestimmung durch den Mond. Chronometer. Die Planeten. Sie sind dunkle Körper. S. 84 — 95.

Zehnte Vorlesung. Zeitbestimmungen. Ein Tag. Sterntag, Sternstunde. Sonnentag. Wahrer Mittag. Wahrer Sonnentag. Mittlerer Sonnentag. Ungleichheit der wahren Sonnentage; woher sie entspringt. Schiefe der Ecliptik. Mittaglinie. S. 96 — 102.

Elfte Vorlesung. Mondenjahr. Auf- und Untergänge der Gestirne; der acronyctische und der heliacische. Schaltjahre. Ordnung derselben im Gregorianischen und im Julianischen Calendar. Alter Stil, neuer Stil. Tropisches Jahr; siderisches Jahr. Vergleichung des Mondenjahrs mit dem Sonnenjahre. Berechnung der Neumonde. Mondescirkel. Goldne Zahl. Epacte. Mondesalter. Ostervollmond. Sonntagsbuchstab. Sonnencirkel. Chronologische Kennzeichen. S. 103 — 110.

Zwölfte Vorlesung. Ueber den Nutzen der Hypothesen. Rotation der Erde. Widerlegung der Einwürfe. Directer Beweis aus Benzenbergs Fallversuchen, aus der beobachteten Rotation anderer Planeten. S. 113 — 122.

Dreizehnte Vorlesung. Directer Beweis für die Aendrehung aus der Gestalt der Erde. Anziehende Kraft kleiner Körper auf einander; anziehende Kraft der Be.ge. — Ohne Rotation wäre die Erde eine Kugel. Wirkung der Schwungkraft auf der sich drehenden Erde. Ungleichheit der Schwere auf der Erdoberfläche. Gesetze des freien Falles. S. 123 — 132.

Vierzehnte Vorlesung. Bewegung geworfener Körper auf der Erde. Bewegung eines geworfnen, um die Erde laufenden Körpers. Bestimmung der den Mond in seiner Bahn erhaltenden Kraft. S. 133 — 140.

Fünfzehnte Vorlesung. Nähere Betrachtung der ungleichen Entfernung der Sonne von uns. Micrometer. Scheinbare Größe der Sonne. Ungleiche Bewegung der Sonne. Bewe-

gung der Erde um die Sonne. Einwürfe gegen die Bewegung der Erde. Scheinbare Bewegung der Venus und des Mercurius. Untere Planeten. Obere Planeten. Elongation. Obere und untere Conjunctionen. Beide Planeten sind dunkle, um die Sonne laufende Körper. Phase. S. 141 — 149.

Sechzehnte Vorlesung. Scheinbare Bewegung des Mars. Opposition. Rückläufige Bewegung, rechtläufige Bewegung. Beweise für die Bewegung der Erde aus der scheinbaren Bewegung des Mars. Noch einige Beweise für die Bewegung der Erde. S. 150 — 159.

Siebzehnte Vorlesung. Uebereinstimmung der scheinbaren Bewegung der Venus mit der Hypothese, daß die Erde sich bewegt. Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten. Bestimmung der Umlaufzeit des Mars; Bestimmung seiner Entfernung von der Sonne. Eben die Größe für die Venus aufzufinden. Entfernung der Erde von der Sonne. Erklärung der scheinbaren Bewegungen nach Tycho's System. Heliocentrischer Ort. S. 160 — 170.

Achtzehnte Vorlesung. Bestimmung der Gestalt der Erdbahn. Keplers Methode, die Gestalt der Erdbahn, und dann die Gestalt der Marsbahn zu finden. Die Marsbahn ist eine Ellipse. Die beiden ersten Keplerschen Gesetze. Brennpunkt der Ellipse. Knoten der Bahnen. Apfidentlinie. Aphelium, Perihelium, heliocentrische Breite, geocentrische Breite. S. 171 — 178.

Neunzehnte Vorlesung. Bestimmung des Abstandes der Sonne von der Erde, nach Aristarchs Methode, durch die Parallaxe des Mars, durch die Vorübergänge der Venus vor der Sonne. Zeitpunkte dieser Vorübergänge, Grund ihrer Seltenheit und ihrer ungleichen Perioden. Orte, wo der Vorübergang am längsten und am kürzesten dauert; aus dieser

Ungleichheit hergeleitete Sonnenparallaxe. Vorübergänge des Mercurius. Tafel der Abstände und Umlaufzeiten der Planeten. Bestimmung der wahren Größe der Planeten. Tafel für die Durchmesser der Sonne und der Planeten. S. 179 — 188.

Zwanzigste Vorlesung. Newton's allgemeine Gesetze für den Lauf der Planeten. Theoretischer Grund für das erste Keplersche Gesetz. Radius Vector. Centralkräfte. Bestimmung der elliptischen Bahn. Hauptgrund gegen das Tychonische Sonnensystem. S. 189 — 198.

Ein und zwanzigste Vorlesung. Wie man die Masse der Planeten und der Sonne bestimmt hat. Fallraum der auf der Sonne freifallenden Körper. Perturbationen. Störungen. Entfernung der Fixsterne. S. 199 — 206.

Zwei und zwanzigste Vorlesung. Einige nähere Nachweisungen über die Einwirkung der Sonne auf die Bahn des Mondes um die Erde. Tabelle über die Abstände und Umlaufzeiten der Monde der übrigen Planeten. Ring des Saturns. S. 207 — 216.

Drei und zwanzigste Vorlesung. Erklärung des Rückgehens der Nachtgleichen. Es wird durch die Attraction der Sonne auf die nicht genau kugelförmige Erde hervorgebracht. Nutation der Erdbare. Fortrücken der Mondesknoten; ungleiche Lage der Mondbahn gegen den Aequator. Fluth und Ebbe. Abhängigkeit der Erscheinungen von der Stellung des Mondes. Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne. Wirkung des Mondes. Springfluth, Rippfluth. Masse des Mondes. S. 217 — 233

Vier und zwanzigste Vorlesung. Allgemeine Angaben über die scheinbaren und wahren Bahnen der Cometen. Parabel. Elemente der parabolisch berechneten Bahn. Halley's Comet.

VIII

Bestimmung der Bewegung in gegebenen parabolischen Bahnen.
Regeln für die Bestimmung der wahren Bahn eines beobachteten Cometen. S. 234 — 247.

Fünf und zwanzigste Vorlesung. Störungen, wodurch die Bahn des Cometen von 1,70 verändert wurde. — Der Enckesche Comet. Ueberblick der bisher gewonnenen Kenntnisse. S. 248 — 255.

E i n l e i t u n g.

Nacht der Welten, wie wir im dunkeln Worte schaun
Den, der ewig ist!
So schauen wir in dir, geheimnisvolle Nacht,
Den, der ewig ist!

Klopstock.

Erste Vorlesung.

Die Betrachtung des Sternenhimmels hat für jedes menschliche Gemüth etwas so Anziehendes, die Pracht seiner Weltenheere und die unwandelbare Ordnung ihrer Bewegungen hat selbst für den unkundigen Beobachter etwas so Wundervolles, daß es unter Menschen, deren Verstand nur irgend an ein Denken über das, was sie umgiebt, gewöhnt, und deren Herz nur irgend für höhere Gefühle empfänglich ist, kaum einen geben möchte, der nicht den Wunsch hegte, etwas mehr von den Erscheinungen des Himmels zu wissen, die Natur jener fernen Weltkörper erkennen, und die Gesetze ihrer Bewegungen entdecken zu können. Selbst der Ununterrichtete, so wie er im Donner die Stimme Gottes deutlicher zu vernehmen glaubt, obgleich sie mit tausend Stimmen auch aus der ihm näher umgebenden Natur zu ihm redet, so erkennt er in den Sternen die Hand der Allmacht, während er die Wunder der irdischen Schöpfung mit ungerührtem Auge ansieht. Selbst der kältere Urtheilende, dem sonst nur das fürs Leben Nützliche etwas gilt, der wissenschaftliche Bestrebungen nur so fern schätzt, als sie der menschlichen Gesellschaft wahre oder scheinbare Vortheile bringen, in dessen Seele der reine Trieb nach Wahrheit erloschen ist, — selbst dieser gesteht der Sternkunde einen über jene Rücksichten hinausreichenden Werth zu, und fühlt sich gedrungen zu bekennen, daß sie etwas durch sich selbst wissenschaftliches darbiete.

Um wie viel mehr darf ich denn nicht hoffen, daß Sie, meine hochgeehrten Herren, geneigt seyn werden, dieser Wissenschaft Ihre Aufmerksamkeit zu schenken! Ihnen ist die edle Wißbegierde nicht fremd, die in der Forschung selbst ihre Freude, und in dem Erkennen der Wahrheit ihre Belohnung findet. Sie haben nie den Gedanken in sich unterdrückt, daß

das Buch der Natur nur darum offen vor uns da liegt, damit wir darin lesen sollen, daß wir mitten unter den Geschäften und Sorgen des Lebens das höhere Bedürfniß des Geistes, täglich zu tieferer Einsicht zu gelangen, nicht vergessen dürfen, und daß es eine zu der Bestimmung des Menschen wenig passende Trägheit verräth, wenn man nur dem seine ungetheilte Aufmerksamkeit widmet, was irdische Vortheile gewährt. Und in der That, das Beispiel der thätigsten Männer, denen das Gemeinwohl am meisten verdankte, zeigt, daß man bei einer wohl geordneten Thätigkeit, selbst ohne sich der geselligen Mittheilung zu entziehen, ohne sich die Freuden des Umgangs mit geistreichen Freunden zu versagen, ohne den Genuß häuslicher Freuden aufzuopfern, ohne die Erziehung seiner Kinder zu vernachlässigen, Zeit gewinnen kann, um jenem Bedürfnisse des Wissens Genüge zu thun, und Verstand und Herz mit neuen Schätzen zu bereichern.

Und wenn gleich der nächste Zweck der Untersuchungen, die ich Ihnen in diesen Stunden vorzulegen gedenke, nur der seyn wird, die Erscheinungen des Himmels, ihre Ursachen und Gesetze wissenschaftlich zu erklären, zu zeigen, auf welchem Wege die Astronomen die Kenntnisse erlangten, welche zu besitzen sie sich rühmen: so wird es doch auch nicht an Veranlassung fehlen, diejenige höhere Stimmung des Geistes zu wecken, deren Belebung man sich von keiner Wissenschaft mehr als von der Astronomie zu versprechen pflegt. Jede acht wissenschaftliche Untersuchung auf die rechte Weise geführt, hat etwas den Geist Erhebendes in sich. Selbst der Vortrag der tiefstinnigsten mathematischen Lehren erfüllt den Leser oder Hörer mit Freude, wenn er in dem Dunkel einer ihm ganz fremden Untersuchung, zweifelnd, ob er in den ihm bekannten Sätzen Mittel zur Beantwortung der aufgeworfnen Fragen finden werde, den ersten Lichtstrahl erblickt, der ihn den Weg der weiteren Forschung entdecken läßt, wenn er allmählig immer deutlicher sieht, wie eine richtige Betrachtung des schon Bekannten ihn immer näher zu jenem, so tief verborgen geglaubten Ziele hinführt, wenn er das Ziel endlich erreicht, und statt des Labyrinths, worin er sich zu verirren fürchtete,

nur die regelmäßige Fortführung der längst bekannten Wege vor sich sieht. Hier ist es nicht immer der Gegenstand, der ihn so sehr anzieht; aber Bewunderung des Lehrers, der so Verborgenes ans Licht zu ziehen wußte, Bewunderung der menschlichen Geisteskraft, die alle Tiefen so glücklich durchforscht, Freude über die eigene, durch jede Forschung neu gestärkte Kraft, die ihm die Hoffnung gewährt, in immer leichterem Fortschreiten zu einer, unendlichen Wachstums fähigen Vollkommenheit zu gelangen, — das ist es, was ihn wärmer und inniger belebt, und ihm eine Befriedigung gewährt, die dem, bloß nach vergänglichen Zwecken Strebenden, fremd ist. Aber diese Befriedigung wird noch genußreicher, wenn die Natur uns den Gegenstand der Betrachtung darbietet. Sie schmückt jede Erscheinung mit Reizen, die schon unsre Sinne anlocken, und unsre Wißbegierde dadurch doppelt anregen. Sie läßt unsre Forschung nie unbelohnt, indem selbst da, wo wir das uns vorgesteckte Ziel der Untersuchung nicht erreichen können, wo unsre Bestrebungen in Hinsicht auf die Entdeckungen, die wir uns versprechen, ohne Erfolg bleiben, ihr unendlicher Reichthum uns auf andre Weise entschädiget, uns ungefuchte Wahrheiten finden läßt, während sie uns die zu verhehlen scheint, die wir zu finden hofften. Sie reizt auch dadurch unsern Forschungstrieb doppelt an, daß sie uns, indem wir ihre Gesetze verstehen lernen, gleichsam selbst die neuen Entdeckungen, die noch in der Ferne liegen, ahnden läßt, und statt der Freude, das Ziel unsrer Forschungen erreicht zu haben, uns die Freude gewährt, uns einen neuen, reicheren Schatz von räthselvollen Erscheinungen zu öffnen. So wie unsre Vergrößerungsgläser nie uns dahin führen werden, die feinsten Theile, vorzüglich der organischen Körper, zu erkennen, sondern immer uns noch eine regelmäßige Bildung, dessen was unserm Auge entschwindet, erblicken lassen; so wie unsre Fernröhre nie bis an das Ende der Weltenheere reichen werden, sondern uns an den letzten Grenzen unsrer geschärtesten Sehkraft stets neue Sternenheere mit immer gleicher Fülle in die Unendlichkeit ausgefüet, entgegen leuchten; — eben so zeigt sich auch die Natur unendlich reich in

den Befehlen ihrer Erscheinungen, und keine Zeit wird hinreichen, alle ihre Tiefen zu durchforschen.

Unter den Gegenständen aber, welche die Natur uns darbietet, verdient der Sternenhimmel wohl unbedenklich den ersten Platz. Ich könnte hier schweigen, denn das, was ich nur in matten Zügen schildern kann, liegt ja offen vor Ihnen, und darum führte ich Sie in diese schöne Sternennacht heraus, damit die Empfindungen, die sich in schwachen Worten nur andeuten lassen, durch das, was diese schöne Nacht Ihnen zeigt, Ihrem Geiste nahe seyn möchte; aber Sie haben mich aufgefordert zu reden, und ich wage es daher, in wenigen Worten das zu wiederholen, was in diesem Augenblicke oder in ähnlichen Augenblicken, am besten in der Stille der Einsamkeit, sich unserm Gemüthe aufdrängt.

Als wir heute diesen schönen Standpunkt betraten, brachen wir da nicht alle in das Lob dieser herrlichen Nacht aus? — Welche Stille, welche milde Lust! — Sind es die Blüthenhäfte, die von den blühenden Bäumen zu uns herauf steigen, oder ist es die milde Kühle der Nacht, die so belebend auf uns wirkt? — so redeten wir uns einander an. — Wir wurden still, um die feierliche Stille, die uns umgab, ruhiger zu genießen, dem leisen Rauschen der Bäume und dem Gesange oder Nachtigall zu horchen. Da zogen die fernen Berge, die prachtvoll am äußersten Horizonte hervorleuchten, unser Auge an sich; — das erhabenste Schauspiel, was die Erde darzubieten vermag, in seiner ganzen Feierlichkeit, und doch mit einer milden Stille, ehrfurchtgebietend, aber nicht schreckend, lag vor uns da, und forderte uns zu Betrachtungen auf, reich genug um uns aufs würdigste zu beschäftigen. Aber dennoch konnten diese schönsten unter den irdischen Erscheinungen unsere Blicke und unsere Gedanken nicht lange fesseln, da sich unserm Auge etwas Größeres darbot. Der Mond ging unter, und nun erst traten aus dem mitternächtlichen Dunkel die Sterneneere in aller ihrer Pracht hervor; jeder neue Blick schien tiefer in den unendlichen Raum einzudringen, und neue zahllose Welteere uns zu enthüllen. Wer zählt ihr mächtig Heer! Ist nicht der Welten mehr, als des Sandes! —

Ich wage es nicht, die Betrachtungen auszusprechen, zu welchen dieser Anblick uns erhebt oder zu erheben vermag. Wenn unser Herz rein genug ist, um sich anbetend zu dem zu erheben, aus dessen allmächtiger Hand der Ocean der Welten hervorströmte, in welchem unser Auge und unsere Gedanken sich verlieren; wenn wir würdig sind es zu empfinden, daß wir Seines Geschlechts sind, von Ihm gestellt auf diesen Schauplatz, der Wunder Seiner Macht, Weisheit und Liebe, und berechtigt zu noch höhern Hoffnungen: so kann es keine Veranlassung geben, die diese Gedanken und Empfindungen lebhafter in uns hervor rufe; — Empfindungen, die das Kleinste und Höchste enthalten, wozu der Mensch sich erheben kann. Diese Empfindungen bedürfen der Wissenschaft nicht; sie werden nicht tiefer, nicht inniger, wenn wir das näher kennen, was die Astronomen beobachtet und die Mathematiker berechnet haben; sie erheben uns vielmehr auf eine Höhe, wo selbst die erhabenste Beschäftigung des Verstandes gleichsam unter uns zurückbleibt. — Aber der menschliche Geist ist zu schwach, um länger als Augenblicke in dieser Höhe zu verweilen; auch ist es nicht seine Bestimmung auf Erden, sich diesen Empfindungen oft und dauernd hin zu geben; ja wer sie in sich zu erzwingen strebt, raubt sich ihren wahren, vollen Genuß, er ist in Gefahr ein Frömmeler zu werden, statt fromm zu seyn, und prunkvolle Worte der Andacht auszusprechen, während nur erkünstelte Gefühle, mehr sein Blut, als sein Gemüth erwärmen.

Jene Augenblicke soll unsre Wissenschaft nicht stören, ja sie kann eher mittelbar beitragen, sie herbeizuführen; aber das eigentliche, uns vorgeschriebene Tagewerk des irdischen Lebens ist Thätigkeit, also in Beziehung auf die Natur und ihre Erscheinungen, Thätigkeit des Verstandes, erstes Streben das zu erkennen, was so wundervoll zu unsern Sinnen spricht; und dieses soll auch unser Zweck in den Unterhaltungen seyn, wofür Sie mir Ihre Aufmerksamkeit zu schenken geneigt sind.

Die Astronomie hat als Wissenschaft eine solche Vollkommenheit erreicht, daß wir im Stande sind, ihre wichtigsten Lehren auch in allgemein verständlichen Worten vorzutragen.

Diese Lehren beruhen auf so einfachen Gründen; die Folge der Schlüsse ist so natürlich, daß sie sich selbst dem als wahr und sicher zeigen, der keine mathematischen Kenntnisse besitzt. Kann dieser gleich nicht sich auf die Untersuchung einlassen, ob die Zahlen streng richtig sind, welche der Astronom ihm an giebt, so wird er doch unbedenklich einräumen, daß die Bestimmung auf richtigen und verständlichen Gründen beruhe; er wird vielleicht fragen, ob denn die Beobachtung eine so große Schärfe erlaube, ob das Resultat der Rechnung streng genau oder nur annähernd sey; aber ein Zweifel, ob der Astronom uns die Gesetze der Erscheinungen richtig angebe, ob wirklich das Weltgebäude so angeordnet sey, ob wir seine Größe auszumessen und seine Anordnung zu übersehn vermögen, wird ihm kaum übrig bleiben, weil er die Gründlichkeit der Schlüsse beurtheilen kann und sie anerkennt.

Um aber zu dieser Einsicht zu gelangen, müssen wir von der einfachsten Beobachtung der Gestirne anfangen; müssen nach und nach die Fragen aufwerfen, die sich dem Beobachter darbieten; müssen selbst aus den Beobachtungen uns die Antworten auf diese Fragen entwickeln: — dann wird es uns nicht schwer seyn, das gleichsam selbst aufzufinden, was wir als System der Astronomie aufzustellen pflegen.

Ich bin überzeugt, daß Sie diesen Untersuchungen nicht ohne lebhafteste Theilnahme folgen werden; und wenn es mir gelingt, sie Ihnen mit der Einfachheit und Klarheit zu entwickeln, deren diese Entwicklung fähig ist, so hoffe ich, werden Sie theils in den Gesetzen und in der Ordnung, welche wir in den Bewegungen der Himmelskörper entdecken, theils in dem Scharfsinne, mit welchem man zu Entdeckung derselben gelangt ist, einen reichen Stoff zu der angenehmsten und würdigsten Unterhaltung finden.

Darstellung
der
scheinbaren Bewegung der
Himmelskörper,
und der daraus unmittelbar hervorgehenden
Folgerungen.

Sphärische Astronomie.

Die heitre Welt der Wunder ist allein,
Die dem entzückten Herzen Antwort giebt,
Die ihre ew'gen Räume mir eröffnet,
Wie tausend Zweige reich entgegen streckt,
Worauf der trunkne Geist sich selig wiegt.

Schiller.

Zweite Vorlesung.

Die erste Erscheinung, welche sich dem Beobachter des Himmels darbietet, ist der Ausgang und Untergang der Gestirne. Nicht bloß die Sonne und der Mond kommen zu bestimmten Zeiten im Osten über dem Horizonte hervor, und entziehen sich in Westen unserm Auge wieder, sondern auf ähnliche Weise sehen wir in jeder Stunde der Nacht neue Sterne über dem östlichen Horizonte hervorkommen, während andre in Westen sich hinter der Erde verbergen, oder durch die Gegenstände, welche dort den Gesichtskreis begrenzen, verdeckt werden. Aber hiebei zeigen sich mancherlei Ungleichheiten, welche Sie, da Ihnen die Himmelsgegenden hinreichend bekannt sind, leicht selbst beobachten können. Nichten Sie Ihre Aufmerksamkeit auf einen ziemlich genau in Osten aufgehenden Stern: so sehen Sie ihn allmählig höher steigen, nach Süden zu vorrücken, und im Süden seine höchste Stellung erreichen, Sie sehen ihn dann gegen Westen herabwärts gehen, und in Westen sich unter die Grenze des Gesichtskreises oder unter den Horizont verlieren. — Beobachten Sie dagegen einen in Südost aufgehenden Stern, so bemerken Sie, daß auch er im Süden am höchsten steht, aber nicht die Höhe wie der vorige erreicht, und daß er in Südwesten untergeht; Sie bemerken, daß er weniger lange als jener über dem Horizonte verweilt, und daß die Dauer seines Verweilens über dem Horizonte desto kürzer ist, je näher dem Südpunkte er aufgeht und je geringer die Höhe ist, zu welcher er sich erhebt. — Sterne dagegen, die in Nordost aufgehen, beschreiben einen sehr hohen und weiten, erst in Nordwest

den Horizont wieder treffenden Bogen, und verweilen lange über unserm Horizonte.

Um diese Erscheinung selbst zu beobachten, richten Sie Ihre Aufmerksamkeit auf die in den jetzigen Frühlingsmonaten Abends erscheinenden, aber am südlichen Horizont nur einen kleinen Bogen durchlaufenden Sterne des Centauren, die nur auf kurze Zeit aus den Dünsten des Horizonts hervortreten, und vergleichen Sie mit der Erscheinung dieser Sterne den weiten Bogen, welchen der helle Stern in der Leier durchläuft; dieser steigt, nachdem er wenig von Norden entfernt aufgegangen ist, in Osten herauf, und obgleich Sie ihn bei der Kürze der Sommernächte nicht durch seinen ganzen Bogen verfolgen können, so bemerken Sie doch im Zeitraume einiger Stunden, daß er bis grade über uns hinaufsteigt, und in seinem weiten Bogen erst nahe gegen Norden zu, den Horizont wieder erreichen würde. Eine ähnliche Beobachtung können Sie zu jeder Jahreszeit anstellen, wenn Sie Sterne nahe am südlichen Horizont sich bemerken, und mit ihrem Wege denjenigen vergleichen, welchen die in Nordost heraufsteigenden Sterne durchlaufen.

Die Sterne in der Leier und eben so alle die, welche sehr nahe gegen Norden hinaufgehn, verweilen nur sehr kurze Zeit unter dem Horizonte; aber es giebt nun sogar Sterne, die nie untergehn.

Wenn wir nämlich die Sterne ins Auge fassen, welche sehr nahe am nördlichen Horizonte stehen, so sehen wir, daß sie von Westen her fortrückend sich zwar dem Horizonte nähern, ihm in Norden am nächsten kommen, aber sich dann, ohne unterzugchen, wieder erheben, und einen ganzen Kreis am Himmel durchlaufen. Dieser Kreis ist kleiner bei den Sternen, die höher über dem nördlichen Horizonte stehen, und daher erscheint uns zum Beispiel die Bewegung der Sterne im kleinen Bären viel langsamer, als die Bewegung der Sterne des großen Bären; ja es giebt einen Ort am nördlichen Himmel, wo die Sterne fast gar keine Bewegung zeigen, so daß wir namentlich den Polarstern, der im Schwanze des kleinen

Bären steht, zu jeder Stunde der Nacht fast genau in derselben Stellung finden.

Wenn wir diese Erscheinungen alle mit Einem Blicke zu übersehen suchen, so zeigt sich uns der ganze Sternenhimmel als eine Kugel, die sich, wie um eine Axe gedreht, um uns bewegt. Die Sterne behalten unter sich genau einerlei Stellung, während sie ihren Kreislauf, der ungefähr eine Zeit von 24 Stunden fordert, vollenden; wir finden zum Beispiel die 7 Sterne im großen Bären immer als dieselbe Figur bildend wieder, er mag ganz tief im Norden, den Schwanz nach Westen gekehrt, stehen, oder wir mögen ihn hoch gegen den Scheitelpunkt hinauf erblicken, wo sein Schwanz gegen Osten gewandt ist; — und nicht bloß ist diese gegenseitige Stellung gleich geblieben, während wir die Sterne kennen, sondern alle Beobachtungen zeigen uns, daß selbst vor Jahrtausenden die Sternbilder sich eben so wie jetzt zeigten. Aus diesem Grunde heißen diese Sterne Fixsterne.

Diese, als unveränderlich erscheinende Sternenkugel, die sich über uns wölbt, und die Erde umfaßt, scheint sich also mit einer täglich gleichen Bewegung um die Erde zu drehen, und zwar so, daß ein Punkt, der nahe bei der Schwanzspitze des kleinen Bären liegt, der Angelpunkt oder Pol dieser Drehung ist, weshalb auch der heinabe mit ihm zusammen treffende Stern, *P o l a r s t e r n* heißt; die ihm benachbarten Sterne durchlaufen kleine; die von ihm entfernteren Sterne größere Kreise bei ihrer täglichen Bewegung. *)

Sie werden es mir wohl nicht verdenken, m. h. H., daß ich Sie hier und noch eine geraume Zeit von dieser Sternenkugel so unterhalte, als ob sie eine feste Kugel wäre; — die Beobachtung zeigt uns für jetzt noch nichts anders, und da wir nur beobachtend ein System zu bilden, uns vorgefetzt

*) Wenn man den großen Bären kennt, so findet man den Polarstern leicht, wenn man durch die Sterne a. b. (Fig. 1.) eine Linie zieht; der nächste größere Stern, den diese Linie trifft, ist d. Polarstern.

haben, so wäre es unrecht, wenn wir jetzt schon mehr andeuten wollten, als diese ersten Beobachtungen ergeben. Wir befinden uns jetzt ganz in dem frühesten Kindesalter der Astronomie, wo wir Sonne und Gestirne als im entfernten Ocean weit jenseits der Grenzen bekannter Länder, auf- und untergehend ansehen, und über die wahre Gestalt der Erde und die Entfernung der Gestirne noch keine Fragen aufzuwerfen wagen.

Die Frage aber werfen wir mit Recht auf, ob denn jene Behauptung, daß eine sich drehende Sternkugel alle Erscheinungen erkläre, in strengerm Sinne richtig sey, denn die bisher nur erwähnten, oberflächlichen Beobachtungen können hierüber keine vollkommene Entscheidung geben. Wir wollen, um diese Frage zu beantworten, uns sogleich mit einer Kugel ausrüsten, auf welcher mit einiger Genauigkeit, so gut es möglich seyn mag, die Sterne aufgezeichnet sind; wir wollen sie so befestigen, daß sie sich um eine Axe drehe, deren eines Ende P (Fig. 2.) dem Schwanz des kleinen Bären nahe ist, das andre ihm gegenüber liegt. Bei der Drehung der Kugel um die Axe P S sehen wir dann, daß die dem Punkte P nahe stehenden Sterne kleinere Kreise, die von ihm entfernteren, größere Kreise durchlaufen, und daß derjenige Kreis A Q am größten ist, der sich in gleichen Entfernungen von beiden Enden der Axe P S befindet. Dieser Kreis heißt der Aequator des Himmels. Da alle Sterne ihren Kreislauf in 24 Stunden vollenden, so muß uns die Bewegung der im Aequator stehenden Sterne am schnellsten erscheinen, und die über den Aequator hinaus, gegen F G zu stehenden Sterne, müssen schon wieder eine langsamere Bewegung haben. Und dieses findet sich in der That so. Wenn man ein Fernrohr so aufstellt, daß es unverrückt die ihm einmal gegebene Stellung behält, so kann man leicht die Zeit beobachten, die ein Stern gebraucht, um das Feld des Fernrohres ganz zu durchlaufen, wenn man das Fernrohr so gestellt hat, daß er durch die Mitte des Feldes rückt. Bei der Beobachtung dieser Zeit, in welcher der eine oder der andre Stern durch das Feld des Fernrohres geht, findet man

die eben erwähnte Verschiedenheit. Braucht zum Beispiel in einem Fernrohr *) einer der Sterne im Flügel der Jungfrau (welcher dem Aequator nahe steht,) 3 Minuten der 180 Secunden, um durch das Feld des Fernrohrs zu gehn, so braucht die tief im Süden stehende Schulter des Centauren 220 Secunden; nur einige Secunden mehr gebraucht der Stern im Halsbände des Jagdhundes, weil jener südwärts fast eben so weit als dieser nordwärts vom Aequator steht; die Sterne im Schwanz des Drachen, nahe über dem Rücken des großen Bären, gebrauchen 550 Secunden, und so ferner. Diese Zeiten stimmen, wenn man sie berechnet, genau mit der Größe der Kreise überein, die sie nach ihrem Abstände vom Pole durchlaufen. **)

Auch von der Gleichförmigkeit der Umdrehungsbewegung und der täglich völlig gleichen Wiederkehr der Erscheinungen, können wir uns durch eine leichte Beobachtung überzeugen. Lassen wir nämlich das Fernrohr in immer ungedänderter Stellung, so rücken nach und nach andre Sterne vor demselben vorbei, und wenn wir nur bei denjenigen die Zeit des Vorübergangs beobachten, die genau den Durchmesser des Feldes durchlaufen, so ist die Zeit des Durchganges bei ungedänderter Stellung für alle gleich, und nach 24 Stunden erscheint jeder aufs Neue im Fernrohr. Es läßt sich nämlich, weil die Axe der Himmelkugel ihre Lage unveränderlich behält, leicht übersehen, daß wenn das Fernrohr einmal gegen den Aequator gerichtet ist, alle vorbei rükkende Sterne sich im Aequator befinden; ist es einmal auf Sterne gerichtet, die genau in der

*) Statt der hier genannten Sterne kann man auch andre wählen, und wird immer ähnliche Verhältnisse für die am Aequator und die mehr oder minder davon entfernt stehenden Sterne finden.

**) Um den Aequator am Himmel leicht aufzufinden, will ich hier einige Sterne bemerken, die ihm nahe stehn. Der unterste Stern im Kopfe des Wallfisches, der oberste im Gürtel des Orion, (Fig. 7.) der Hinterfuß des Löwen, und zwei anschnliche Sterne in unteren Flügel der Jungfrau, der Stern in der Brust des Antinous, und das Wassergefäß des Wassermannes.

Mitte zwischen dem Pole und dem Aequator stehen, so sind alle durchgehende Sterne gleichfalls in der Mitte zwischen Pol und Aequator, und so weiter.



Bisher haben wir die Erscheinungen der Sterne bloß so betrachtet, wie sie sich uns grade auf unserm jetzigen Standpunkte darstellen; aber mit Recht fragen wir, ob denn alle Bewohner der Erde diese Erscheinungen ganz eben so sehen? — Das ist nicht in allen Rücksichten der Fall! — Wenn wir in südlichen Gegenden reisen, so sehen wir zwar die Umdrehung der ganzen Sternenkugel auf eben die Weise; aber der Polarstern und der ihm nahe liegende Pol des Himmels selbst, erscheinen dem nördlichen Horizonte näher; daher gehen manche Sterne unter, die in unsern Gegenden den Horizont nie erreichen. Dagegen sieht man die Sterne, die bei uns nur einen kleinen Bogen am südlichen Himmel durchlaufen, viel höher herauf steigen, und südlich von ihnen erscheinen Sterne, die wir nie zu sehen bekommen. Setzt man diese südwärts gerichtete Reise weiter fort, so gelangt man in eine Gegend, wo der Nordpol ganz zum Horizont herabgesunken ist, wo die Sterne der Jungfrau, des Antinous, die Sterne im Gürtel des Orion, welche alle sich in der Nähe des Aequators am Himmel befinden, nahe am Scheitelpunkte (oder Zenith) vorbeigehen, und wo die Sterne am südlichen Horizonte ihre Stellung eben so langsam ändern, wie die den Nordpol umgebenden Sterne, oder mit andern Worten, wo man den Südpol des Himmels ungefähr im südlichen Horizonte sieht, den Nordpol im nördlichen Horizonte. Diese Gegend, die wir unter dem Aequator liegend, nennen, genießt also des Vorzuges, alle Sterne zu sehen, die es an der Sternenkugel giebt; statt daß es für uns eine Menge nie aufgehender und daher uns ganz unbekannter Sterne giebt, erscheinen sie dort in den verschiedenen Stunden der Nacht alle vom Nordpol bis zum Südpol. Alle verweilen 12 Stunden über dem Horizonte und eben so lange unter dem Horizonte; und es

gibt dort keine nie untergehende Sterne, so wie es keine nie aufgehende giebt. Reiset man noch weiter südwärts, so erhebt sich der Südpol des Himmels über den Horizont, die Sterne, die ihn umgeben, gehen nun nicht mehr unter; aber dagegen gehen die Sterne des kleinen Bären und andre dem Nordpol nahe stehende Sterne nicht mehr auf, sondern bleiben gänzlich unter dem Horizonte verborgen. In diesen Gegenden also sind die Erscheinungen denen ganz ähnlich, welche wir in unserm Wohnorte nördlich vom Aequator beobachten, nur mit dem Unterschiede, daß es dort der Südpol mit den ihn umgebenden Sternen ist, der sich über dem Horizonte befindet, daß der Aequator des Himmels dort nördlich vom Zenith liegt, und daß die im Osten aufgehenden Sterne im Norden ihre größte Höhe erreichen.

Ich habe wohl kaum noch nöthig zu erwähnen, was wir auf einer nach Norden gerichteten Reise bemerken würden. Dort würde uns, je weiter wir nach Norden gelangten, desto mehr, der Nordpol gegen den Zenith herauf rücken; Sterne, die bei uns noch auf einige Zeit sich unter dem Horizonte verbergen, würden nicht mehr untergehen; die südlichen Sterne, die bei uns nur eine geringe Höhe erreichen, würden gar nicht mehr aufgehen. Die ganze Himmelkugel scheint sich dort um eine mehr nach dem Zenith zugekehrte Axe zu drehn, und wenn nicht das ewige Eis im hohen Norden uns hinderte, so würden wir endlich an einen Punkt gelangen, wo der Nordpol des Himmels gerade über uns, im Zenith, stände; und alle Sterne ganze Kreise, mit dem Horizonte parallel, durchliefen. An diesem Orte, den wir unter dem Pole liegend, nennen würden, geht, wie wir nach allen Erscheinungen schließen dürfen, kein Stern auf oder unter, sondern die einmal sichtbaren Sterne durchlaufen ihre ganzen Tageskreise oberhalb des Horizonts, die übrigen aber, alle Sterne nämlich, die südlich vom Aequator stehen, werden dort nie sichtbar.

In allen Gegenden der Erde also bieten sich die Erscheinungen als einer sich um uns drehenden Sternenkugel entsprechend dar, und zeigen nur darin eine Verschiedenheit, daß