

allem war Hebert so ziemlich das Gegenteil, ein „oberflächlicher Râsoneur“, dessen Unflätigkeiten im „Père Duchesne“ nur deshalb in etwas milderem Lichte erschienen, weil sie von den Unflätigkeiten der royalistischen Presse, der *Canon* ebenfalls ein Kapitel widmet, noch übertroffen wurden.

Damit wollen wir unsere Besprechung des Buches schließen, die den Lesern freilich nur einen schwachen Begriff von seinem überaus reichen Inhalt zu geben vermag. Es ist die erste Geschichte der französischen Revolution, die wirklich einen Blick bis in ihre tiefsten Zusammenhänge gestattet, und wenn sich der Verfasser namentlich Politiker und intelligente Arbeiter als Leser wünscht, so wird kein Politiker das Buch lesen, ohne daß sich sein politischer Blick schärft, kein intelligenter Arbeiter, ohne daß sein Klassenbewußtsein stolzer und unerschütterlicher wird.

## Die Entwicklung des Weltalls.

Von Anton Dannekoef.

### 6. Die Entstehung der Sternsysteme.

Mit den verschiedenen Sterntypen und den Entwicklungsstadien des weit-  
ausgedehnten Weltnebels ist die Reichhaltigkeit an Formen und Gestalten der  
Weltkörper keineswegs erschöpft. Bisher ist nur die Verschiedenheit der physischen  
Beschaffenheit betrachtet worden. Wir hatten eine große Nebelmasse, die durch  
die heiße leuchtende Sterngestalt hindurch zu einem kleinen kompakten, dunklen  
Weltkörper wurde, aber immer eine einzige Masse blieb; der Energiewechsel  
vollzog sich nur zwischen der Wärme und der aus der Anziehung der kleinsten  
Teilchen stammenden Distanzenergie. Wir konnten bis jetzt auf keine anderen  
Entwicklungsformen stoßen, weil wir über die Bewegungen innerhalb des  
Weltkörpers hinwegjahren, also voraussetzten, daß sich die Masse ganz in Ruhe  
befände.

Aber im allgemeinen wird die ursprüngliche Nebelmasse nicht in unbeweg-  
licher Ruhe verharren; unter dem Einfluß der vorher betrachteten Entwicklung  
werden sich ihre Bewegungen ändern; die verschiedenen Teile der Masse werden  
sich verschieden bewegen, sich voneinander trennen und zu besonderen Welt-  
körpern werden, die durch ihre gegenseitige Anziehung umeinander kreisen.  
Was wir bisher als die Entwicklung eines Weltkörpers betrachteten, ist also  
in Wirklichkeit die Entwicklung eines Systems, dessen Glieder ursprünglich ver-  
einigt gewesen sind. Aber nicht die vollständige Entwicklung, denn jetzt kommt  
eine noch reichere Formenverschiedenheit hinzu, eine Verschiedenheit in der An-  
ordnung der Materie des Systems in größeren oder kleineren Weltkörpern, und  
dementsprechend eine Verschiedenheit in den Bewegungen. Zu den beiden  
früheren Energieformen tritt die Bewegungsenergie, und die Umwandlungen  
zwischen ihr und den beiden anderen Formen bilden den Inhalt der nunmehr  
zu betrachtenden Entwicklung.

Wahrscheinlich finden in den ungeheuren Gasnebeln, die sich im Raume  
vorfinden, sehr verschiedene und verwickelte Bewegungen statt, die die Masse  
in Stücke teilen und bedeutend umgestalten. Diese Bewegungen vermögen wir  
noch nicht zu erkennen. Wir müssen mit der Betrachtung einer Gasmasse be-  
ginnen, in der die einzelnen Strömungen sich so weit ausgeglichen haben, daß  
nur eine Rotation der Masse um irgend eine Achse übrig bleibt. Dann wird

die darin enthaltene Materie nachher als ein System zusammenbleiben; es wäre ein sehr besonderer Zufall, wenn nach dem Ausgleich der entgegengesetzten Bewegungen eine vollständige Ruhe einträte. In der Regel werden die Bewegungen nach der einen oder nach der anderen Seite überwiegen; das Ergebnis wird eine raschere oder langsamere Rotation in irgend einer Richtung sein.

Was wird daraus, wenn der Nebel sich zusammenzieht? Nach einem Grundgesetz der Mechanik kann sich die Quantität der Drehung nur ändern, wenn Kräfte von außen die Drehung zu fördern oder zu hemmen suchen; sonst bleibt sie immer gleich groß. Diese Quantität der Drehung, ihr Schwung, wie man auf deutsch sagen könnte, wächst nicht nur mit ihrer Geschwindigkeit, sondern ist auch um so größer, je weiter die Entfernung vom Mittelpunkt der Drehung ist, ein je größerer Kreis also im Drehen gemacht werden muß. Nach diesem Gesetz muß also ein Körper, der sich während der Drehung immer weiter von dem Zentrum der Bewegung entfernt, zugleich seine Bewegung verzögern, und umgekehrt muß er sich, je mehr er sich dem Zentrum nähert, um so rascher herumdrehen. Man kann dies leicht durch einen einfachen Versuch feststellen. Schwingt man einen an einen Faden gebundenen kleinen schweren Gegenstand in der Weise herum, daß sich der Faden um den Finger rollt und also ein immer kleinerer Teil freibleibt, so dreht sich der Gegenstand immer rascher in stets engerem Kreise, bis er schließlich an den Finger schlägt und der Faden völlig aufgerollt ist. Schleudert man ihn aber mit einer kräftigen Bewegung zurück, so daß der Faden sich abrollt, so wird die Drehung um so langsamer, je größer der Kreis durch den allmählich frei werdenden Faden wird. Natürlich muß man, nachdem die Sache einmal in Schwung gebracht worden ist, die Hand völlig ruhig halten, da schon eine leichte Bewegung der Finger den Schwung des Gegenstandes vermehren oder verringern kann.

Wenn ein Körper sich ausdehnt, der sich um eine durch seinen Mittelpunkt gehende Achse dreht, so entfernen sich alle Teilchen von dieser Achse, und die Drehung muß langsamer werden, weil die Quantität der Drehung beim Fehlen äußerer Einflüsse sich gleich bleibt. Umgekehrt, wenn der Körper sich zusammenzieht, so muß, da die Teilchen sich der Achse nähern, die Drehung rascher werden. Dies ist der Fall eines Weltkörpers, der um eine Achse rotiert, während er sich zugleich durch die Wärmestrahlung zusammenzieht, und die raschere Drehung, die durch das Zusammenschrumpfen der Masse entsteht, bringt dann allerlei weitere Änderungen mit sich.

Eine Weltmasse, die sich in völliger Ruhe befindet, nimmt eine kugelige Gestalt an; dreht sich aber die Masse um eine Achse, so macht sich, wie bei aller Drehung, die Zentrifugalkraft geltend, die die Teilchen wegzuschleudern strebt. Unter der vereinigten Wirkung der gegenseitigen Anziehung der Teilchen und der Zentrifugalkraft wird die Kugel in der Richtung der Achse platter, dagegen dicker in den dazu senkrechten Richtungen am Äquator, wo die Oberfläche den weitesten Kreis machen muß; sie bekommt die Gestalt einer Orange. Bekanntlich ist auch die Erde nicht genau eine Kugel, sondern infolge ihrer täglichen Achsendrehung an den Polen abgeplattet. Je rascher die Drehung wird, um so flacher wird die Orange, und der zusammenschrumpfende Weltkörper muß diese allmählich flacher werdenden Formen nacheinander durchmachen. Man hat durch mathematische Rechnungen die Gestalten verfolgen können, die eine drehende Masse nacheinander annimmt, wenn die Drehung

immer rascher wird; dadurch hat man auch entdecken können, worauf diese Umgestaltung schließlich hinausläuft. Früher dachte man, wie Laplace in seiner Nebeltheorie annahm, daß sich schließlich die am raschesten herumfliegenden Teilchen am Äquator als Ring von der Hauptmasse ablösen, sobald die Gestalt allzu flach werden sollte. Die modernen Untersuchungen, namentlich des französischen Mathematikers Poincaré, haben jedoch ganz anderes zutage gefördert.

Wenn der Körper so flach geworden ist, daß der kürzeste Durchmesser, der zugleich die Achse ist, um die er sich dreht, nur noch sieben Zwölftel des längsten Durchmessers am Äquator ist, so kann er nicht platter werden. Geht dann die Zusammenschrumpfung weiter, so ändert sich die Gestalt in der Weise, daß sie sich im Äquator nach zwei entgegengesetzten Seiten verlängert und senkrecht dazu im Äquator sich etwas zusammenzieht. Sie ähnelt dann einem Ei — mit dem Vorbehalt, daß sie nicht wie ein Ei ein spitzes und ein stumpfes Ende hat, sondern nach beiden Seiten gleich spitz ist —, das auf die flache Seite gelegt und dann oben wie unten etwas zusammengedrückt wird. Durch diese Deformation wird ein so bedeutender Teil der Masse in den beiden Spitzen des Eies so weit von der Drehungsachse entfernt, daß infolge der Unveränderlichkeit der Drehungsquantität dabei die Drehungsgeschwindigkeit wieder etwas kleiner wird.

Diese Änderung der Gestalt bildet den Anfang eines weitergehenden Entwicklungsprozesses, worin die Masse nach beiden Seiten immer weiter von der Achse hinweggetrieben wird. Mathematisch ist es mit den schwierigsten Rechnungen nur gelungen, nachzuweisen, daß diese seitlich etwas abgeplattete Eigestalt sich bei weiterer Zusammenschrumpfung noch etwas verlängert und dann ringsherum eine Furche bekommt, nicht durch die Achse hindurch, sondern etwas seitwärts, so daß aus der Eigestalt eine birnenförmige Gestalt wird. Hier beginnt sich also die Masse in zwei Stücke zu spalten. Wenn man nach der beginnenden Einschnürung die Sache auch mathematisch nicht weiter verfolgen kann, so ist man doch berechtigt, weiter zu folgern, daß die Furche immer tiefer wird und die Masse sich in ein größeres und ein kleineres Stück spaltet, die als zwei getrennte Weltkörper, in fast unmittelbarer Berührung, umeinander kreisen.

Die tatsächliche Entwicklung eines rotierenden Urnebels, wie sie nach den Gesetzen der Mechanik stattfinden muß, weicht also bedeutend von der Vorstellung ab, die die Urheber der Kant-Laplaceschen Theorie hegten. Es trennen sich nicht geringfügige Massen in Ringgestalt ab, sondern die Masse zerfällt in zwei Stücke, die zwar ungleich an Größe, doch bei weitem nicht so ungleich sind wie unsere Sonne und der größte ihrer Planeten, Jupiter. Man könnte sogar, soweit es auf unser Sonnensystem ankommt, von einem Widerspruch zwischen Erfahrung und Theorie sprechen. Aber seit mehr als einem Jahrhundert kennen wir am Himmel die Gegenstände, auf die diese Theorie gerade zugeschnitten ist, die Doppelsterne. Mit starken Fernrohren erkennt man, daß viele Sterne, die dem bloßen Auge als einfach erscheinen, aus zwei dicht nebeneinander bestehenden Sternen bestehen, die zusammen ein System bilden, das heißt durch ihre gegenseitige Anziehung Bahnen um den zwischen ihnen liegenden Mittelpunkt beschreiben. In der Regel sind sie an Größe nicht sehr ungleich, doch herrscht darin eine große Verschiedenheit, von völliger Gleichheit bis zu großer Ungleichheit. Diese Systeme entsprechen also der Theorie.

Zwar sind die beiden Sterne weit voneinander entfernt, also muß noch eine weitere Entwicklung stattgefunden haben, auf die wir zurückkommen, aber jedenfalls bilden sie ein aus wenig verschiedenen Körpern bestehendes System.

Auch die Tatsache, daß die Theorie eine bestimmte Birnengestalt ableitet, der also nur ein einziges bestimmtes Größenverhältnis der beiden Sterne entsprechen würde, während die Erfahrung allerhand Größenverhältnisse bietet, kann dieser Entstehungsgeschichte keine Schwierigkeiten bereiten. Die Theorie behandelt einen abstrakten einfachen Normalfall, während die tatsächlichen Verhältnisse immer kompliziert und verschieden sind. Die Theorie setzt eine überall gleich dichte Flüssigkeit voraus, weil nur so die Rechnungen gut auszuführen sind; die Himmelskörper aber, um die es sich handelt, bestehen aus Gasmassen, die im Mittelpunkt dichter zusammengepreßt sind als an der Oberfläche. Aus dieser Verschiedenheit sind die Abweichungen zwischen dem Normalfall der Theorie und den zahlreichen Gestalten der Erfahrung herzuleiten.

Nun sind uns gar nicht alle Doppelsterne als solche bekannt. Wir können nur diejenigen getrennt sehen, die so weit voneinander entfernt sind, daß sie mehrere Jahrzehnte zu ihrem Umlauf brauchen. Die einander näher stehen, sehen wir auch mit den besten Fernrohren nur als ungeteilte Lichtkörperchen. Dagegen haben wir durch andere Beobachtungsmittel, deren nähere Beschreibung hier zu weit führen würde, Doppelsterne der verschiedensten Art kennen gelernt, die einander ganz nahe stehen, die sogenannten spektroskopischen Doppelsterne. Sie kreisen mit großer Geschwindigkeit umeinander herum, in einer Distanz, die kaum oder nur einige Male ihre Durchmesser übersteigt. In einigen dieser Systeme sind beide Körper noch glühend und leuchtend, in anderen ist einer der beiden dunkel und kalt. Eines dieser letzten Systeme, der Stern Algol, ist schon seit mehr als einem Jahrhundert bekannt als ein Stern, der jedesmal nach 69 Stunden eine Verfinsternung erleidet, bei der während mehrerer Stunden sein Licht auf zwei Fünftel der vollen Stärke herabsinkt. Jetzt weiß man, daß er von einem dunklen, ungefähr gleich großen Begleiter umkreist wird, der sich jedesmal nach einem Umlauf zwischen ihn und uns stellt und sein Licht zum größten Teile verdeckt. Es gibt noch mehrere solcher Doppelsterne, die wir als einfache Sterne sehen; ihre Doppelnatur erkennen wir dadurch, daß ihre gegenseitigen Verdeckungen die Helligkeit ihres Lichtes in bestimmten Zeitabschnitten, in ihren Umlaufzeiten, schwanken lassen.

Zu den interessantesten dieser Sterne gehört ein kleiner Stern im Sternbild der Leier, der mit dem griechischen Buchstaben Beta bezeichnet wird. Schon mehr als ein Jahrhundert kennt man seine seltsamen Lichtschwankungen, ohne sie sich recht erklären zu können. Jedesmal nach dreizehn Tagen wird sein Licht sehr klein, in gut drei Tagen steigt es wieder zur größten Helligkeit, sinkt dann in gut drei Tagen, doch nur halb so viel wie sechs Tage früher, erreicht darauf in wieder drei Tagen seine größte Helligkeit und sinkt in drei Tagen zur größten Schwäche herab. Danach fängt dasselbe Spiel von neuem an. Mit gutem Grunde darf man hier ein System vermuten, das im Werden begriffen ist und vielleicht noch die Birnengestalt hat. Wenn man annimmt, daß der kleinere, sich eben abtrennende Körper in der nach außen gekehrten Seite kühler und dunkler ist als der andere, so erklärt sich der Lichtwechsel sehr leicht aus der Achsendrehung. Jedesmal nach einer halben Umdrehung kehrt er uns die Breitseite zu; dem entspricht die größte Hellig-

keit. Dazwischen tritt einmal der kleine Körper vor den großen und einmal der große vor den kleinen; im ersten Falle sehen wir durch die dunkle Oberfläche weniger Licht als im zweiten Falle; so erklärt sich die Ungleichheit der beiden Lichtschwächungen.

Übrigens zeigt der Stern noch sehr viele verwickelte Erscheinungen, die diese Erklärung zum Teil im ganzen und großen bestätigen, aber in allen ihren Rätseln noch nicht gelöst sind. Die Frage, ob die beiden Körper bereits völlig getrennt sind oder noch nicht, kann schon deshalb nicht genau beantwortet werden, weil beides zugleich stattfindet. Ein Sternkörper ist keine scharf abgegrenzte Flüssigkeitsmasse, sondern eine Gasmasse, die im Innern am dichtesten ist und nach außen immer dünner wird; wo der Körper aufhört und seine sich weit ausdehnende Atmosphäre beginnt, ist nicht zu entscheiden. So wird bei diesem Sterne die Trennung in den verschiedenen Schichten verschieden weit vorgeschritten sein; während die dichtesten Kerne schon zwei völlig getrennte Körper bilden, hängen die dünneren Schichten noch als Birnenform zusammen; das Ganze wird wohl noch durch eine gemeinsame Atmosphäre umgeben sein. Daß sich die beiden Körper im Prozeß des Trennens befinden, bei dem, wie nachher ausführlicher dargetan werden soll, durch die wachsende Entfernung die Umdrehungsgeschwindigkeit abnehmen wird, zeigt auch die Tatsache, daß die Periode des Lichtwechsels, also die Umdrehungszeit, in den letzten hundert Jahren allmählich eine halbe Stunde größer geworden sei.

Zeigt sich dieser Doppelstern im Prozeß des Werdens, so zeigt uns die große Zahl der spektroskopischen und dann der anderen Doppelsterne die verschiedensten Stadien einer Entwicklung, deren treibende Kraft wir noch kennen lernen werden. Nun aber erhebt sich die Frage: Wie viele unter den Sternen sind Doppelsterne? Nach der Anzahl der Doppelsterne, die sich unter den am besten zu unterscheidenden hellen Sternen befinden, hat man ihre Gesamtzahl auf ein Viertel aller Sterne geschätzt. Dieser Prozentsatz ist aber nur eine untere Grenze; es wird noch viele Doppelsterne geben, die sich bei längerer Beobachtung und mit verfeinerten Hilfsmitteln als solche erkennen lassen werden. Wahrscheinlich ist die Zahl der Doppelsterne auf ein Drittel aller Sterne zu beziffern, vielleicht noch höher.

Wenn nun aber bloß einem Drittel aller Weltkörper dies Schicksal begegnete, steht das nicht im Widerspruch zu der Theorie, die die Verdoppelung als normales Schicksal aller Weltkörper hinstellt? Reineswegs. Denn die Theorie kündigt die Zweiteilung nur für den Fall an, daß die Quantität der Drehung für eine einzige Masse zu groß wird. Wenn zu Anfang der Urnebel äußerst langsam drehte, so ist die Drehungsquantität sehr klein, und dann wird bei dem Zusammenziehen die Drehung nie so rasch werden, daß eine einfache abgeplattete Kugelgestalt nicht mehr bestehen kann. Während seiner ganzen Entwicklung als Stern bis zu seiner Abkühlung bleibt der Körper einfach, und seine relativ langsame Achsendrehung veranlaßt keine Spaltung. Die Sache liegt also so, daß die Weltmassen ursprünglich ganz verschiedene Drehungsgeschwindigkeiten hatten; alle sind während der Zusammenschrumpfung immer rascher geworden, aber sie blieben sehr verschieden; die langsamer drehenden blieben bis zu dem Ende dieser Entwicklung eins und ungeteilt, während bei den rasch drehenden eine ungeteilte Form nicht möglich blieb und deshalb eine Spaltung in einen Doppelstern stattfand. Bei diesen ist der größte Teil der Drehungsquantität, die für eine einfache Gestalt zu groß war, in die Drehung

der Körper umeinander übergegangen, so daß nur ein relativ kleiner Teil für die Achsendrehung der beiden Körper übrig geblieben ist.

Zu den langsam drehenden Weltkörpern gehört die Sonne. Die ganze Drehungsquantität des Sonnensystems, die jetzt in den um die Sonne kreisenden Planeten und dem langsam um seine Achse drehenden Körper steckt, ist noch so gering, daß der Weltkörper, der sie ganz in seiner Achsendrehung enthielt, nie der Grenze nahekommen konnte, wo eine Trennung in zwei Körper unvermeidlich war, und bei der geringen Drehungsquantität, die jetzt im Sonnenkörper allein steckt, ist für die Zukunft eine Zweiteilung ausgeschlossen. Die Sonne bleibt eins und ungeteilt. Die Bildung der Planeten wird also nicht durch die Theorie erklärt, die wir eben entwickelt haben. Sogar die Abspaltung des größten unter ihnen, des Jupiter, ist nicht als ein Fall der von der Theorie ermittelten Spaltung einer Weltmasse in einen größeren oder kleineren Weltkörper zu betrachten. Denn einerseits lag damals für den Sonnennebel durch seine langsame Drehung keine Notwendigkeit zu einer Spaltung vor, und andererseits ist der Jupiter nur ein ganz winziges Ding, verglichen mit der Sonne. Die Abtrennung dieser kleinen Masse — und in höherem Maße gilt dies für die anderen noch kleineren Planeten — ist also kein Ergebnis regelmäßiger Entwicklung, sondern als eine Abweichung von dieser Entwicklung, als eine Folge von Unregelmäßigkeiten aufzufassen, die sich vorerst noch der genauen mathematischen Behandlung entziehen.

Kinder des Zufalls könnte man die Planeten nennen; im Verhältnis zur großen Sonnenmasse sind sie so winzig, daß es für die Geschichte des Ganzen fast völlig belanglos erscheint, ob dann und wann so ein Splitterchen durch irgend eine örtliche oder vorübergehende Störung der Regelmäßigkeit abgeworfen wurde. Zwar hat auch aller angebliche Zufall seine Gesetze, aber eine genaue Einsicht in die Frage, weshalb und wie zu bestimmten Zeiten gerade diese Planeten entstehen mußten, haben wir zurzeit noch nicht.

## Bücherschau.

Hermann Hesse, **Nachbarn**. Erzählungen. Berlin 1908, S. Fischers Verlag.

Hermann Hesse gehört zu denen, die goldene Neze spannen, um das Leben darin zu fangen. Er steht beiseite, es zieht an ihm vorüber, ein Frühling, ein Sommer, ein Herbst und ein Winter, und was er davon hascht, löst sich unter seinen Händen in Duft und Stimmung auf. Nach seinem ersten Roman „Peter Camenzind“, der ein Bekenntnisbuch war, konnte man hoffen, es werde einmal ein Gestalter aus ihm, und der zweite „Unterm Rad“ schien diese Hoffnung nicht zu täuschen, aber was uns seine reife und erlesene Kunst seitdem geschenkt hat, zeigt, daß bei allem seine Domäne nur beschränkt ist. Was Hesse als sein Eigenstes zu geben hat, weisen die „Nachbarn“. Das sind behaglich erzählte, ein wenig verjonnene und verträumte Geschichten aus einer schwäbischen Kleinstadt, die der Dichter Gerbersau nennt und die in seiner lyrischen, aber darum doch plastischen Schilderung vor uns steht mit ihrem Marktplatz, ihren winkligen Gassen und ihren Vorgärten, in denen Geranien, Fuchsien und Georginen durch braun und grüne Lattenzäune leuchten. Unberührt von den gigantischen Umwälzungen des Maschinenzeitalters geht hier das Leben seinen kleinbürgerlichen Trott, und wenn einmal ein Menschenchicksal aus der Reihe gerät, so ist es, was in der Großstadt nur als ein Ton in dem großen Lohwabohu verflingt, auf diesem stillen und ruhigen Hintergrund seltsam und des Erzählens wert. Und von solchen Menschenchicksalen be-