

Die Entwicklung des Weltalls.

Von Anton Pannetier.

5. Die Entwicklung der Sterne.

In dem Problem, wie sich die Sonnenwärme erhält, sahen wir zwei mächtige Faktoren auftreten, deren Widerspiel nun überhaupt die Weltentwicklung bestimmt, zwei Hauptformen der Energie und ihren gegenseitigen Formwechsel: nämlich die Anziehung und die Wärme.

Die Anziehung, die alle Körper und alle kleinsten Teilchen der Welt aufeinander ausüben, sucht zu vereinigen, die Wärme dagegen zu trennen. Die Anziehung sucht nach der Ruhe einer endgültigen, nie zu lösenden Vereinigung, die Wärme ist selbst die ewige Unruhe. Die Anziehung ohne Wärme würde alle Materien der Welt zu einem starren toten Klumpen zusammenpressen, die Wärme ohne Anziehung würde sie ins Endlose zerstreuen. Gegen diese beiden mächtigen Hauptformen der Energie, deren Wechsel die Weltentwicklung bildet, sind die anderen Energieformen, die wir kennen, nur unbedeutend. Sie treten ja auch in kolossalen Dimensionen auf, als Anziehung von Weltkörpern, die Geschwindigkeiten von Zehnern und Hunderten von Kilometern in der Sekunde bewirkt, und als Temperaturen von Zehntausenden von Graden, die weit über den Bereich unserer chemischen Experimente hinausreichen.

Die Entwicklungsreihe beginnt mit einer ausgedehnten, dünnen Nebelmasse, die nur bei einer sehr niedrigen Temperatur bestehen kann; nur wenn die Bewegung der kleinsten Teilchen träge ist, kann ihre, infolge der weiten Entfernung schwache, gegenseitige Anziehung sie zusammenhalten. Man kennt durch Beobachtung viele schwach schimmernde Nebelmassen von ungeheurer Ausdehnung am Himmel. Nun besteht zwar die Hauptzahl der sogenannten Nebelflecke wahrscheinlich aus dichtgedrängten Sternenhaufen, und auch die übrigen, die aus leuchtendem Gas bestehen, kann man nicht einfach so betrachten, als stellten sie den Urzustand unseres Sonnensystems dar, denn bei so niedriger Temperatur, wie wir dafür annehmen, würde unser Urnebel unsichtbar sein. Aber immerhin beweisen die Nebelflecke am Himmel, daß es im Weltraum ausgedehnte Gasmassen gibt, und damit wird die Grundlage unserer Theorie durch Erfahrungstatsachen gesichert. Wie sich die wirklich von uns gesehenen oder photographierten Nebelmassen am Himmel zu den theoretisch angenommenen Anfangsstufen der Sonnenentwicklung verhalten, ist noch eine Frage, die wissenschaftlicher Untersuchung bedarf.

Es wird hier wohl gehen wie so oft: die physische Theorie gibt ein allgemeines abstraktes Muster, während die vielgestaltigen Formen der Wirklichkeit diesem Muster in unendlichen Variationen einen konkreten, vom Allgemeinen abweichenden Inhalt geben. Das Leuchten der sichtbaren Nebelmassen braucht nicht ein Anzeichen hoher Temperatur zu sein; wir kennen auch ein „kaltes Glühen“, die Lumineszenz, bei der die lichtbewirkenden Vorgänge nicht durch hohe Temperatur, sondern durch elektrische oder chemische Prozesse hervorgerufen werden; wo diese Prozesse zu schwach sind, wird der Nebel unsichtbar bleiben. Dieses kalte Leuchten läßt aus der Natur des Lichtes Aufschlüsse über die Natur der lichtausstrahlenden Materien gewinnen; da finden wir, neben dem leichtesten der irdischen Stoffe, Wasserstoff, noch ein uns übrigens ganz unbekanntes Gas, während von den anderen Elementen nichts zu spüren ist.

Nehmen diese bloß keinen Anteil an dem Leuchten oder sind sie überhaupt nicht da? Die Theorie, daß alle Elemente, also alle Materie, im Grunde aus einer Ursubstanz bestehen, und daß die schweren Elemente sich im Laufe der Entwicklung aus den leichteren gebildet haben, hatte immer viel Verlockendes und ist wiederholt verfochten worden, aber trotz der jüngsten Untersuchungen über die Umwandlung von Radium und Helium bleibt sie vorläufig reine Spekulation.

Wenn eine dünne, kalte Gasmasse, die wir als Urform annehmen, vor jeder Einwirkung der Außenwelt verschlossen wäre, so würde sie immer in demselben Zustand bleiben, wo Wärme und Anziehung sich gleichsam im Gleichgewicht halten. Aber sie steht mit der Außenwelt in Wechselwirkung, sie strahlt, wenn auch wenig, doch immerhin etwas Wärme aus und wird umgekehrt von anderen Himmelskörpern bestrahlt. Dieser Austausch von Energie verhindert die Ruhe und den Stillstand und bildet den Hebel eines Entwicklungsprozesses, der immer wieder neue Weltformen hervorbringt.

Unter dem Einfluß der Ausstrahlung zieht sich die Nebelmasse zusammen und wird zugleich wärmer. Das scheint auf den ersten Blick ein Widerspruch zu sein, ist jedoch ganz sichergestellt, zuerst durch die Rechnungen des amerikanischen Mathematikers Lane: wenn eine frei im Raume schwebende Gasmasse durch Strahlung Wärme verliert, wird sie nicht kälter, sondern wärmer. Dieser Satz widerspricht nicht dem Energiegesetz. Durch die Zusammenziehung der Gasmasse wird neue Wärme erzeugt, die zuvor als verborgene Distanzenergie der einander in größerer Entfernung anziehenden Teilchen da war, und diese neu erzeugte Wärme reicht aus, den Verlust durch die Strahlung zu ersetzen und noch die Temperatur der Masse zu steigern. Der Satz Lanes besagt also: als Folge des Wärmeverlustes schrumpft die Masse immer um so viel zusammen, daß dadurch mehr Wärme entsteht, als zum Ersatz des Verlustes notwendig wäre. Dieser Satz deckt zugleich die Ursache auf, wodurch die Zusammenziehung des Nebels, die wir vorher nur als eine wahrscheinliche Tatsache kannten, auf Grund bestimmter physischer Gesetze notwendig stattfinden muß. Wäre keine Ausstrahlung da, so wäre alles im Gleichgewicht geblieben bei einer bestimmten Zerstreuung der Teilchen und einer dementsprechenden Temperatur; wo aber die Strahlung stattfindet, muß eine immer wachsende Schrumpfung mit einer immer größeren Erhitzung der Masse eintreten.

So widerspricht der Satz Lanes keinem Naturgesetz. Dennoch erscheint es uns seltsam und widerspruchsvoll, daß aus einem Verlust von Wärme gerade das Umgekehrte, ein Gewinn an Wärme hervorgehen soll. Allein das Seltsame der Tatsache verschwindet, wenn man sieht, wie auch die Weltentwicklung durch ein allgemeines Gesetz des Widerspruchs beherrscht wird, dem wir in allerhand Formen begegnen. Wenn immer ganz einfach Wärmeverlust eine Erkältung, Wärmegewinn eine Erhitzung bewirkt, wenn Widerstand gegen eine Bewegung Verzögerung, Antrieb Beschleunigung verursacht, so wäre die Weltentwicklung eine ganz dürftige, einfache Reihe von Selbstverständlichkeiten, die mit ein paar Sätzen zu erschöpfen wären. Aber weil dem nicht so ist, weil Wärmeverlust im Gegenteil Erhitzung, Widerstand Beschleunigung, Antrieb Verzögerung bewirkt, weil also ein Gesetz herrscht, das offenbar den Aussagen der einfachen klaren Vernunft zuwiderläuft, deshalb erzeugt die Weltentwicklung eine reiche Mannigfaltigkeit der verschiedensten Formen und Wirkungen,

deshalb bietet sie einen fortwährenden Wechsel der aufs höchste gesteigerten und dann wieder zusammenbrechenden Gegensätze dar. Dieses Gesetz verdient wegen seiner Wichtigkeit für die Weltentwicklung also eine eingehende Erörterung.

Am ehesten war es bekannt als Resultat theoretischer Rechnungen über die Bewegung eines Planeten, der in seinem Laufe gehemmt wird durch den Widerstand einer dünnen Materie (Staub oder Gas), die den Raum erfüllt, worin er seine Bahn durchmisst. Durch diesen Widerstand wird seine Bewegung nicht verzögert, sondern beschleunigt, indem er sich zugleich der Sonne nähert und seine Bahn sich verkleinert. Daß es sich so verhalten muß, ist aus den einfachen Gesetzen der Planetenbewegung leicht zu erklären. Während der Planet sich um die Sonne bewegt, beschreibt die bald kürzere, bald längere Verbindungslinie eine Fläche; nach einem der von Kepler entdeckten Gesetze bewegt der Planet sich immer mit solcher Geschwindigkeit, daß in gleicher Zeit eine gleiche Fläche beschrieben wird. Die Geschwindigkeit eines Planeten wechselt mit der Entfernung von der Sonne; nach dem Energiegesetz wird sie größer, wenn er der Sonne näher, kleiner, wenn er ihr ferner ist. Die in einer Zeiteinheit beschriebene Fläche, die sogenannte Flächengeschwindigkeit, bleibt jedoch unveränderlich für einen Planeten. Da die der Sonne am nächsten stehenden Planeten sich durchschnittlich am raschesten bewegen und die mittlere Geschwindigkeit bei steigender Entfernung abnimmt, jedoch weniger rasch als die Entfernung selbst zunimmt, so ist die Flächengeschwindigkeit für entferntere Planeten größer als für die der Sonne näher stehenden. Ist die Bahn eines Planeten viermal größer als die eines anderen, so ist seine mittlere Geschwindigkeit die Hälfte, die Flächengeschwindigkeit das Doppelte von denen des anderen.

Wird nun bei irgend einem Planeten einmal die Bewegung etwas gehemmt, so wird dadurch seine Flächengeschwindigkeit verringert, und er kann sich nur in einer Bahn weiterbewegen, wo er diese kleinere Flächengeschwindigkeit weiter beibehält, das heißt in einer Bahn, die der Sonne näher liegt, und wo eine größere durchschnittliche Geschwindigkeit besteht als in der vorigen. Die Hemmung bewirkt also, daß er durch die Anziehung der Sonne dichter zu ihr hingezogen wird und eine kleinere Bahn mit der dazu gehörigen größeren Geschwindigkeit annimmt. Ein fortdauernder Widerstand wird in ähnlicher Weise die Flächengeschwindigkeit allmählich verringern und bewirken, daß die Bahn des Planeten sich in einer Art Spirale immer mehr zusammenzieht und die mittlere Geschwindigkeit allmählich wächst. Umgekehrt muß ein Antrieb, den ein Planet in seiner Bahn erfährt, seine Flächengeschwindigkeit vergrößern, also ihn von der Sonne entfernen, und in dieser größeren Bahn durchschnittlich langsamer laufen lassen als vorher. Eine höchst wichtige Anwendung dieses Satzes werden wir nachher in der Entwicklung der Himmelskörper finden.

Was für einzelne Planeten gilt, die um die Sonne kreisen, das gilt in ähnlicher Weise für die kleinen Gasteilchen eines ausgedehnten Weltkörpers, nur mit dem Unterschied, daß die Bewegungen hier verwickelter sind und daß wir ihre größere oder geringere Geschwindigkeit als einen höheren oder tieferen Wärmegrad beobachten. Der Energieverlust durch Ausstrahlung von Wärme wirkt, als ob er die Bewegung der Teilchen hemme, dadurch nähern sie sich dem Mittelpunkt mehr und bekommen eine größere durchschnittliche

Geschwindigkeit, mit anderen Worten: die Masse zieht sich zusammen und wird wärmer. Wie bei dem einzelnen Planeten Energie durch Strahlung verloren, aber durch die Annäherung an die Sonne so viel neue Bewegungsenergie aus der unsichtbaren Energie der Distanz gebildet wird, daß sich der Verlust dadurch mehr als ersetzt, so auch bei den kleinsten Gasteilchen durch die gegenseitige Annäherung.

Der Satz, der zunächst widerspruchsvoll erschien, wird nach diesen Ausführungen verständlich geworden sein. Die ausgedehnte dünne Gasmasse zieht sich immer mehr zusammen, wird dadurch fortwährend heißer, strahlt durch ihre größere Hitze immer mehr Wärme aus, erzeugt also die nämliche Änderung immer heißer und stürmischer.

Geht diese Entwicklung nun aber unbeschränkt weiter, ohne je ein Ende zu finden? Selbstverständlich nicht. Indem sie immer stärker ihre eigenen Bedingungen erzeugt, erzeugt sie schließlich zugleich die Bedingungen ihres Aufhörens. Die Masse kann sich nicht unaufhörlich zusammenziehen, da die Teilchen endlich zu nahe aneinander kommen. Doch schon lange vorher hat der Satz Lanes seine unbedingte Gültigkeit verloren. Er gilt nur für sehr dünne Gase, wo die einzelnen Teilchen weit voneinander entfernt sind und einander so wenig hindern, daß sie einzeln für sich mit frei herumlaufenden Planeten verglichen werden können. Je mehr die Masse sich verdichtet, je mehr die Teilchen sich nähern, um so mehr verlieren sie ihre alte Bewegungsfreiheit und um so mehr weichen ihre Eigenschaften von denen ab, deren Gültigkeit bei dem Gesetz Lanes vorausgesetzt wird. Wenn die Teilchen schon ziemlich dicht zusammengedrückt sind, so können sie sich nicht mehr so leicht weiter zusammenpressen; bei einem bestimmten Strahlungsverlust zieht sich die Masse immer weniger zusammen, als das Gesetz Lanes besagt. Die neu entstehende Wärme wird immer geringer, je schwieriger die weitere Verdichtung wird, bald reicht sie gerade nur aus, den Strahlungsverlust zu ersetzen, die Temperatur steigt nicht mehr. Schließlich reicht sie auch dazu nicht mehr aus, die Temperatur beginnt abzunehmen, die schon sehr dichte Masse wird kälter. Dann verlieren die Teilchen allmählich ihre gasige Beweglichkeit, die Masse wird flüssig, eine feste Kruste kommt darauf, die letzte Rotglut verglimmt und als eine kalte, dunkle, dichte Weltkugel fliegt weiter durch den Weltraum, was als ein kalter, dünner Nebel angefangen hatte.

Damit ist die Lebensgeschichte des Sternes zu Ende, die Anziehung hat gestiegt und die vorher weit zerstreuten Teilchen zu einem festen Klumpen zusammengedrückt. Die ungeheure Energiemenge, die zuvor als Distanzenergie unsichtbar vorhanden war, ist verschwunden; sie ist zu Wärme geworden, die in der Übergangszeit die Masse zur höchsten Weißglut erhitzt hatte, aber zuletzt ganz in die weite Welt hinausgestrahlt wurde. Anfang und Ende sind kalt und tot, aber dazwischen liegt die Hitze, das Leben oder besser die Quelle des Lebens; daß unsere Sonne sich in diesem heißen Zwischenstadium befindet, ermöglicht das Leben auf der Erde.

Unsere Sonne befindet sich auf einer gewissen Entwicklungsstufe; andere Beispiele bietet uns die Sternenwelt in Hülle und Fülle. Unter den Sternen sehen wir eine große Verschiedenheit der physischen Beschaffenheit, die der Hauptsache nach als Verschiedenheit der Entwicklungsstufe gedeutet werden muß, wenn wir auch noch nicht jeder einzelnen Form einen bestimmten Platz in der Reihe dieser Stufen anzuweisen vermögen. Die Hauptmasse der Sterne

ist von weißer, etwas bläulicher Farbe (wie der Sirius) und offenbar heißer als die Sonne; ein bedeutender Teil mit gelbem Lichte stimmt mit der Sonne überein; eine kleinere Zahl ist rötlich und kälter als die Sonne; allmählich gehen diese Haupttypen durch Zwischenstufen ineinander über.

Der allgemeinen Auffassung nach sind die weißen Sterne die frühesten, die rötlichen die spätesten Entwicklungsstufen; dafür spricht, daß die weißen Sterne viel weniger dicht als die Sonne sind; somit wäre unsere Sonne schon in der Abkühlung begriffen. Doch gibt es auch Astronomen, die teilweise die Entwicklung umkehren; die Größe und die chemische Zusammensetzung der Massen wird dazu noch eine Verschiedenheit der Entwicklungsstufen verursachen.

Die wirklichen Entwicklungsformen der Sterne am Himmel, die zu erforschen die Aufgabe der Astrophysik bildet, werden nur im ganzen und großen die eben auf Grund physischer Gesetze skizzierte Norm befolgen und im einzelnen eine große Mannigfaltigkeit aufweisen.

Richard Dehmel.¹

Von Paul Frölich.

Kürzlich äußerte Genosse Wendel in einem Parteiblatt, in unserer modernen Malerei spiegle sich die heutige Bourgeoisie, eine genießende, keine kämpfende Klasse. Farbenpracht und Schönheit lebten in ihren Bildern, keine großen Gedanken!

Finden sich ähnliche Erscheinungen nun auch in der Dichtung, die mehr als die Malerei mit dem gesellschaftlichen Leben zusammenhängt? Nicht jeder der modernen Dichter eignet sich dazu, an der Hand seiner Werke den Einfluß des gesellschaftlichen Lebens der Bourgeoisie auf die Dichtkunst nachzuweisen. Liliencron zum Beispiel nicht, der nicht im Gedankenkreis des Großbürgertums lebt. Er ist der Offizier, der Junker geblieben, trotz seiner modernen Form. Anders Richard Dehmel, das andere Haupt der Modernen. Dehmel lebt in der Geisteswelt der Bourgeoisie. Seine Werke eignen sich auch deshalb zu einer kritischen Untersuchung, weil Dehmel als Fertiger vor uns steht. Er dürfte uns künftig kaum durch wesentlich neue Anschauungen von Welt und Menschheit überraschen. Sein letztes Werk „Zwei Menschen“ war nur ein Fortführen des Alten in bestimmter Richtung, und jetzt ist er mit der Herausgabe seines Gesamtwerkes beschäftigt, ein Beweis, daß er selbst mit sich abgeschlossen hat.

Schon ein flüchtiger Überblick über einzelne Werke Dehmels zeigt, daß seine Stärke in der Schilderung von Gefühlen und Stimmungen liegt. Stimmung und Gefühl sind ihm das Höchste. Er bevorzugt beide aber noch um so mehr, je unbestimmter, unfaßbarer, unheimlicher sie sind, je mehr sie verschwimmen, verhauchen, sich ins Ätherische auflösen. Über all seinen Gedichten liegt ein Gefühls- und Stimmungsglanz, der den Leser blendet, aber ebensowenig wie

¹ Dieser Artikel ist die erste literarische Arbeit eines Proletariers, die als solche, wie wir glauben, von unseren Lesern mit großem Interesse gelesen werden wird. Sie werden deshalb auch verstehen, weshalb eine gewisse Unbeholfenheit der Auffassung und des Ausdrucks, die gelegentlich hervortritt, von uns nicht beseitigt worden ist. Die Redaktion.