

GEORGES LEMAÎTRES KOSMOGONIE

Von Anton Neuhäusler

„Die Hypothese vom Ur-Atom ist eine kosmogonische Hypothese, nach der die gegenwärtige Welt das Ergebnis des radioaktiven Zerfalls eines Atoms ist.“ Diese kurze Definition seiner Kosmogonie gab Georges Lemaître in der Einführung eines Vortrags, den er im September 1945 vor der Société helvétique des Sciences naturelles hielt.¹⁾ Lemaître wurde zur Aufstellung seiner in Deutschland immer noch zu wenig bekannten Weltentstehungstheorie bereits 1931 geführt, als er sich mit thermodynamischen Betrachtungen befaßte, die das Gesetz der Energieentwertung im Rahmen der Quantentheorie zu interpretieren suchten. Damals veröffentlichte Eddington in der „Nature“ einen Aufsatz über den Ursprung und das Ende der Welt, in dem er schrieb, daß ihm die Idee eines Anfangs der gegenwärtigen Weltordnung vom philosophischen Standpunkt aus widerstreite. Lemaître antwortete ihm in derselben Zeitschrift unmittelbar mit der Konzeption seiner Kosmogonie, von der wir die entscheidenden Sätze wiedergeben:

„Es scheint mir, der gegenwärtige Stand der Quantentheorie legt es eher nahe, daß der Anfang der Welt sehr verschieden von ihrer gegenwärtigen Ordnung war.

Die zwei Prinzipien der Thermodynamik können vom Standpunkt der Quantentheorie aus folgendermaßen gefaßt werden:

1. Die Energie existiert in diskreten Packungen oder Quanten, deren Gesamtheit konstant bleibt.

2. Die Zahl dieser Quanten nimmt fortgesetzt zu.

Wenn wir nun den Lauf der Zeit zurückwandern, werden wir immer weniger Quanten finden, bis wir die ganze Energie des Universums in einer kleinen Zahl oder sogar in einem einzigen Quant konzentriert finden.

Aber in den atomaren Phänomenen sind die Begriffe des Raums und der Zeit nur statistische Begriffe; sie verwischen sich, wenn man sie auf Phänomene anwendet, die nur einige Quanten ins Spiel setzen. Wenn die Welt mit einem einzigen Quant begonnen hat, haben die Begriffe des Raums und der Zeit im eigentlichen Anfang absolut keine Bedeutung mehr; aber sie erhalten fortschreitend einen Sinn, wenn sich das Ursprungs-Quant in eine genügende Anzahl von partiellen Quanten geteilt hat.

Wenn dieser Gedanke richtig ist, hat der Anfang der Welt ein wenig vor (un peu avant) dem des Raums und der Zeit stattgehabt.

Ein solcher Anfang weicht ohne Zweifel genügend weit von der gegenwärtigen Ordnung der Natur ab, um uns nicht zu widerstreiten.“

Halten wir die sich vielleicht anmeldenden philosophischen Kommentare zu der Lemaitreschen Raum- und Zeitinterpretation vorläufig zurück und verfolgen wir weiter die physikalischen Grundlinien seiner Theorie:

Seit seiner Konzeption der Idee eines einzigen Ur-Quants der Welt hat „die Entdeckung der Allgemeinheit der Radioaktivität, die durch den künstlich hervorgerufenen Atomzerfall dargetan wird, ebenso wie die Feststellung der korpuskulären Natur der kosmischen Strahlen . . . eine Hypothese, die diesen Strahlen und der ganzen existierenden Materie einen radioaktiven Ursprung zuschreibt, noch plausibler gemacht“. So wird also der Gedanke des Ur-Quantums, das der wachsenden Zerstreung der Energie zugrunde liegt, mit dem Gedanken eines Ur-Atoms verbunden, das radioaktiv zerfällt. Lemaitre deutet demnach auch den radioaktiven Zerfall, den Austritt von Photonen und Elektronen, aber auch von Alphateilchen aus dem Atomkern, als einen „typischen Fall der Entwertung der Energie, mit einer Zunahme der Zahl der unabhängigen Quanten oder einer Zunahme der Entropie“. Denn im Kern haben diese Teilchen entweder überhaupt noch keine individuelle Existenz oder zumindest einen geringeren Freiheitsgrad ihrer Existenz.

Dieses Ur-Quantum, das jetzt besser Ur-Atom heißt, erfüllt — wie Lemaitre etwas inkonsequenterweise gegenüber seinen eben zitierten Bemerkungen über den Raum sagt — „gleichförmig den Raum von sehr kleinem Radius (astronomisch gesprochen). Es gibt also keinen Platz für Hüllenelektronen, das Ur-Atom ist in gewisser Weise ein Isotop des Neutrons. Dieses Atom wird als nur einen Augenblick existierend begriffen, es ist völlig instabil und birst seit seiner Existenz in Stücke, die ihrerseits weiterbersten. Zwischen den Bruchstücken schießen Elektronen, Protonen, Alphateilchen usw. hin und her. Daraus resultiert eine Zunahme des Volumens, der Zerfall des Atoms ist also von einem rapiden Anwachsen des Raumradius begleitet, den die Bruchstücke des Ur-Atoms immer gleichförmig erfüllen. Wenn diese zu klein geworden sind, hören sie zu bersten auf; einige, wie das Uran, zerfallen noch langsam, mit einer Halbwertszeit von vier Milliarden Jahren, und hinterlassen uns ein schwaches Muster des einstigen universellen Zerfalls.“

Nach Lemaitre sind also alle Elemente entweder selbst radioaktiv oder Rückstände einstiger radioaktiver Elemente, die sich wegen ihrer kurzen Zerfallszeit nicht bis heute bewahrt haben — wir sind gleichsam zu spät auf die Welt gekommen, um sie zu entdecken.

Ein empirischer Hinweis auf die Berechtigung der Annahme eines einzigen, zerfallenden Ur-Atoms ist für Lemaitre die mit einigen Ausnahmen — wie der des Wasserstoffs — festgestellte Gleichheit der quantitativen Zusammensetzung der Weltmaterie, d. h. der relativen Verteilung der Elemente auf den Himmelskörpern. „Diese Tatsache ist eine notwendige Konsequenz der Hypothese vom Ur-Atom. Zerfallsprodukte eines Atoms befinden sich naturgemäß in wohldefinierten Proportionen, die durch die Gesetze der radioaktiven Umwandlungen bestimmt sind.“

Ein Phänomen aber beeindruckt Lemaitre besonders, und er betrachtet es als eine der stärksten Stützen seiner Kosmogonie: eben die kosmische Strahlung. Ihre Intensitäten, die mindestens tausendmal so stark sind als die der Radiumstrahlen, weisen ihn auf einen „superradioaktiven“ Ursprung hin. Sie zeichnen sich aber nicht nur durch dieses qualitative Merk-

mal aus, sondern auch durch ihre Gesamtquantität. Ihre mittlere Dichte im Universum ergibt sich, in Masse umgerechnet, zu 10^{-34} gr/cm³, das ist ungefähr der zehntausendste Teil der gegenwärtigen Dichte der in Form von Sternen existierenden Materie. „Es scheint unmöglich, eine solche Energie, die ein Zehntausendstel der gesamten existierenden Energie darstellt, zu erklären, wenn diese Strahlen nicht durch einen Prozeß erzeugt worden sind, der die ganze existierende Materie ins Spiel geworfen hat. In Wirklichkeit mußte diese Energie im Augenblick ihrer Bildung mindestens zehnmal größer sein, da ja ein Teil absorbiert wurde und der Rest infolge der Expansion des Raums gemindert wurde.“ So sieht Lemaitre in den kosmischen Strahlen die unmittelbaren Zeugen der Zeit, „in der die ganz junge Materie noch spontan radioaktiv war“. Sie sind der Kondensation der ursprünglichen „pulverisierten“ Materie zu Gaswolken, Sternen und Nebeln entgangen, sie irren im interstellaren Raum, sie haben vielleicht die Runde um den Raum schon einmal gemacht.

Nun haben wir die Weiterführung der Kosmogonie schon angedeutet, die sich ja nicht auf die Beschreibung jener atomaren Urkatastrophe beschränkt, sondern die Welt in ihrem ganzen gegenwärtigen Zustand erklären will: die Existenz der Sterne, ihre Anordnung in galaktischen Systemen, die Expansion des Universums und sogar die Ausnahmen von dieser Expansion, die in den amorphen Nebelhaufen gegeben sind. Verfolgen wir diese Weiterführung von dem Ereignis der Desintegration des Ur-Atoms an:

„In dieser ersten Phase der Expansion des Raums, die asymptotisch von einem Radius von praktisch gleich Null ausgeht, haben wir Partikel, die von enormen Geschwindigkeiten bewegt sind (infolge des Rückstoßes bei der Strahlenemission). . . . Die Wirkung der rapiden Expansion des Raums ist nun, die relativen Geschwindigkeiten der Atome zu vermindern.“ Diese Verminderung der Relativgeschwindigkeiten kommt nach Lemaitre dadurch zustande, daß Atome, die innerhalb der Expansionsrichtung eine größere Geschwindigkeit haben als die ihrer Umgebung, allmählich Gegenden erreichen, in denen ihre Geschwindigkeit weniger anormal ist; ihr Ueberschuß über die jeweilige Normalgeschwindigkeit verringert sich, das relative Verhalten der Atome zueinander wird sozusagen um einen Grad ‚ruhiger‘. „Es wird also, wenigstens zeitweise unter günstigen Umständen, geschehen, daß die Zusammenstöße zwischen den Atomen mäßig genug werden, um nicht mehr zu atomaren Umwandlungen oder Strahlungen zu führen. Vielmehr sind diese Zusammenstöße elastische, die von den Hüllenelektronen geregelt werden, und solche, wie sie die Theorie der Gase betrachtet. Wir erhalten also, wenigstens lokalerweise, den Beginn eines statistischen Gleichgewichts, das heißt die Bildung von Gaswolken. Diese Gaswolken haben im Verhältnis zueinander freilich immer noch beträchtliche Geschwindigkeiten.“

Die Bildung dieser Gaswolken — die Lemaitre allerdings an anderer Stelle als „die ungewisseste Stelle der Deduktion“ bezeichnet — gehört also zur ersten, zur „rapiden“ Phase der Expansion. Aber sie ist die Voraussetzung für den Aufbau des Universums zu Sternen und Sternsystemen. In einer zweiten „langsamen“ Phase der Expansion hat das junge Universum Zeit und Möglichkeit, sich zur heutigen Form zu bilden. Der Grund für die Verlangsamung der Expansion ist der wachsende Einfluß der Gravitation zwischen den verteilten und sich verteilenden Massen. Er führt bis zu einem Stadium, in dem sich expansive und gravitatorische Kraft ungefähr das

Gleichgewicht halten, ja er könnte zu einem Zusammenbruch des Universums führen, wenn die Gravitation schließlich obsiegt. Daß dieser nicht eintritt, sondern daß das Gleichgewichtsstadium von einer neuen Expansion überwunden wird, ist einer besonderen repulsiven Kraft zuzuschreiben, die sich ebenso wie die allgemeine Gravitation aus den Gleichungen der Relativitätstheorie ergibt, deren Erläuterung wir aber zunächst zurückstellen wollen, um die formbildenden Vorgänge der langsamen Phase zu beschreiben.

„Die Gaswolken sind zweifellos nicht völlig gleichförmig verteilt. Betrachten wir in einem genügend kleinen Bereich, und zwar nur vom Standpunkt der klassischen Mechanik, den Konflikt zwischen der Kraft der Repulsion und der Attraktion, die fast zu einem Gleichgewicht kommen. Wir sehen leicht ein, daß es infolge lokaler Schwankungen der Dichte Gegenden geben wird, wo die Anziehung schließlich über die Abstoßung überwiegen wird, trotz der von uns angenommenen Tatsache, daß für das gesamte Universum das Gegenteil der Fall ist. Diese Gegenden, in denen die Anziehung überwogen hat, fallen also in sich selbst zusammen, während das Universum in die Periode der Wiederaufnahme der Expansion eintritt. Wir erhalten ein Universum, das aus Regionen der Verdichtung gebildet ist, die sich voneinander entfernen. Würden diese Regionen der Verdichtung nicht die elliptischen und spiralschen Nebel sein?“

Innerhalb dieser umfassenderen Verdichtung sind freilich ursprüngliche und neu resultierende Bewegungen der Gaswolken nicht ausgeschlossen. Sie oszillieren um das Verdichtungszentrum, und „im Lauf der Oszillationen begegnen sie sich mit Geschwindigkeiten von mehreren hundert km/sec und ergeben Sterne“. Die dabei freiwerdende Energie modifiziert die Verteilung der Gaswolken und entstandenen Sterne weiter. Lemaître meint, „es gäbe keinen Zweifel, daß es möglich wäre . . . das Gesetz der endgültigen Verteilung der Sterne zu erhalten, das durch diesen Mechanismus beschrieben sei“. Für uns ist am bemerkenswertesten eine Konsequenz, die sich aus der mehr oder weniger zufallsbedingten Entstehung der Nebel und auch der Sterne ergibt: „Es kann nicht mehr die Rede von der Entwicklung eines Typs in den andern sein.“ Die Entstehung einer elliptischen oder spiralschen Form eines Nebels hänge nur davon ab, ob die Verdichtung annähernd symmetrisch oder asymmetrisch, mit dem Ergebnis eines gewissen Drehmoments erfolgt. Die Entstehung eines Sterntyps hänge nur von dem zufälligen Wert seiner Masse ab, das heißt „von der Summe der Massen der zwei Wolken, deren Begegnung den Stern erzeugt hat“.

Damit würden die Schwierigkeiten hinfällig, die sich aus der Deutung der verschiedenen Sterntypen im Sinne von Alterstypen ergeben, da das daraus erschlossene Entwicklungsalter um ein Vielfaches die Zeit übersteigt, die für das Gesamalter der Welt zu schätzen ist, wenn man die Expansionsgeschwindigkeit zugrunde legt, die sich aus der Rotverschiebung des Spektrums der Spiralnebel ergibt. Allerdings glaubt Lemaître das Gesamalter der Welt nicht auf ca. 3 Milliarden, sondern auf ca. 10 Milliarden Jahre schätzen zu müssen: die Expansionsgeschwindigkeit war ja nicht immer dieselbe, die Phase der Verlangsamung der Expansion verlängerte natürlich die Zeit seit dem Weltbeginn.

Hier ist der Ort, auf den durch die Verlangsamung der Expansion erreichten Gleichgewichtszustand des Universums einzugehen, der durch die

schon erwähnte kosmische Repulsionskraft wenigstens in seiner Gesamtheit — mit wenigen Ausnahmen — überwunden wurde. Diese wenigen Ausnahmen, Reste des ehemaligen Gleichgewichtsstadiums, die von der weitergehenden Expansion nicht mehr erfaßt wurden, sieht Lemaître in den losen Haufennebeln, jenen formlosen Anhäufungen von mehreren Hunderten von Nebeln, deren relative Entfernungen ungefähr ein dutzendmal kleiner sind als jene der isolierten Nebel. Sie sind für ihn unmittelbare Residuen jenes Zögerns des Universums zwischen Attraktion und Repulsion, „sie stellen ein Muster der Verteilung der Materie dar, wie sie überall realisiert war, als der Radius des Raums ein dutzendmal kleiner war als jetzt, als das Universum das Stadium des Gleichgewichts passierte“.

Ihre Materialdichte ergibt sich zu 10^{-27} g/cm³. Dieses Ergebnis führt zu einer merkwürdigen Konvergenz zwischen der Einsteinschen und der de Sitterschen Beschreibung des Universums, die von ganz verschiedenen Ausgangspunkten kommen. Einstein beschreibt ein „statisches Universum“, das mit Materie erfüllt ist und in dem sich Gravitation und kosmische Repulsion die Waage halten. De Sitter beschreibt ein praktisch materieloses Universum, das sich ausdehnt. Berechnet man nun für das de Sittersche Universum den Radius für die aus der Beobachtung der Expansion ermittelte Zeit, kommt man zu einem Resultat, „das kaum von dem abweicht, das man erhält, wenn man in der ganz verschiedenen Hypothese des Einsteinschen Universums den beobachteten Wert der Materiedichte in die Formeln einführt“. Dieser Wert ist für die Haufennebel der oben angeführte. Sie sind also im de Sitterschen Ansatz zu deuten als Expansionsstadium eines ganz bestimmten Weltradius zu einer ganz bestimmten Zeit — freilich als zurückgelassener Rest dieses Stadiums —, und sie sind im Einsteinschen Ansatz, zu deuten als dessen unmittelbare Verwirklichung: sie sind „Bruchstücke des Einsteinschen Universums“.

Was nun die mehrfach erwähnte kosmische Repulsion betrifft, die jenen Gleichgewichtszustand überwand und für die weitergehende Expansion, für die „dritte Phase“, verantwortlich ist, so ist sie der Effekt einer „kosmologischen Konstanten“, die in die Gleichungen der allgemeinen Relativitätstheorie eingeht und nicht vernachlässigt werden darf, sobald genügend große, eben kosmische Bereiche in Betracht gezogen werden.

Wir finden sie in der Gleichung $T_{\mu\nu} = a R_{\mu\nu} + b R g_{\mu\nu} + c g_{\mu\nu}$, welche die Beziehung zwischen der Dichte der Materieverteilung und der entsprechenden Raumkrümmung ausdrückt. Dabei ist $T_{\mu\nu}$ der „materielle Tensor“, dessen wichtigste Komponente die Materiedichte ist; $R_{\mu\nu}$ ist der „kontrahierte“ und R der „total kontrahierte Riemannsche Tensor“, durch welche die Abweichung von der Planität, also die Raumkrümmung gekennzeichnet wird; $g_{\mu\nu}$ ist der „metrische Tensor“, der die von Ort zu Ort wechselnden Raum-Zeit-Intervalle beschreibt. Die Konstanten a , b und c müssen nun, damit die Erhaltungssätze der Energie und der Bewegung gewahrt bleiben, bestimmte Werte haben. Da b als $-a/2$ festgesetzt werden muß, bleiben nur zwei Konstante, a und c , übrig, von denen a an die Gravitationskonstante gebunden ist, während c eine Kraft liefert, die proportional zur Entfernung ist. Das Verhältnis c/a wird die kosmologische Konstante λ genannt und die ihr entsprechende Kraft kosmische Repulsion. Sie muß als Korrektur zur gravitatorischen Anziehung berücksichtigt werden. Da die kosmische Repulsion proportional zum Expansionsradius des Universums zunimmt, während die Gravitation um-

gekehrt proportional zu ihm abnimmt, ist es einsehbar, warum sie schließlich auch den beschriebenen Gleichgewichtszustand des Universums überwunden hat: sie hatte mit wachsendem Radius wachsende Chancen gegenüber der Gravitation.

Wir befinden uns daher jetzt in der dritten Phase der Expansion, die weiter zunimmt, im de Sitterschen Universum, in dem die Materiedichte und damit die Gravitation keine wesentliche Rolle für das Ganze spielt. Ihr voraus ging — wenn wir noch einmal resumieren — die Phase der verlangsamten Expansion bis zum instabilen Gleichgewicht. Und am Anfang stand das Ur-Atom, freilich als Inbegriff der Unbeständigkeit; es barst, es spie gleichsam Raum und Zeit und Welt aus sich heraus.

Mögen Lemaîtres mehr oder weniger mechanistische, wenn auch relativitätstheoretisch ergänzte Deduktionen der Bildung von Gaswolken, Sternen, elliptischen und spiralischen Nebeln und amorphen Nebelhaufen bedeutsam sein und neue Lichter auf das alte, von Kant schon unmmühte Problem einer mechanistischen Kosmogonie werfen, so ist es freilich Lemaîtres Ausgang vom Ur-Atom, der uns eigentlich philosophisch aufregend erscheint. Es ist der Kernpunkt seiner Kosmogonie, eben jener „Kern-Punkt“, in dem einmal die gesamte Masse der heutigen, in Welten verstreuten Welt versammelt gewesen sein soll. Er gibt uns vor allem eine Frage auf:

Was hat der Begriff Masse für einen physikalischen Sinn, wenn nur ein einziges Quant existiert? Kann dieses wirklich ein „Quantum“ im Sinne einer Abgemessenheit genannt werden? Müßte Lemaître seine Bemerkung über die Sinnlosigkeit der Begriffe Raum und Zeit angesichts eines einzigen Atoms — das hier wörtlich noch als $\acute{\alpha}\tau\omicron\mu\omicron\nu$ zu verstehen ist — nicht konsequenterweise auch auf den Begriff der Masse ausdehnen? Die absolute Einheit kann keine Größe haben, kann n o c h keine Größe haben. Sie wird erst Größe, wenn sie Vielheit wird, weil sie dann auch Vielfaches wird. Wenn wir sagen, das heutige Universum habe den Radius R , existiere eine Zeit T und enthalte die Masse M , so können wir damit nur jeweils ein Vielfaches von einer Elementar-einheit meinen, deren Größe jedoch nicht in sich selbst beruht, sondern letzten Endes vom Vielfachen her, als sein soundsovielter Teil definiert wird. Es ist ganz gleich, ob wir dabei an Zentimeter, Sekunden und Gramm oder an die Einheiten des sogenannten natürlichen Maßsystems, den Elektronenradius l , die Elektronenmasse m und die Zeit h/mc^2 denken. Fest steht: die absolute Einheit kann kein Maß haben, weil sie keine Relation in sich hat und weil sie auch nicht Teil einer Relation ist — es kann in ihr und durch sie nicht eines am andern gemessen werden.

Darum kann das Ur-Atom, als echte Ur-Einheit verstanden, nicht die „gleiche Masse“ haben wie das heutige Universum, solange man Masse im rein physikalischen Sinn als eine gewisse Abgemessenheit festhält. Das Ur-Quantum ist notwendig Un-Quantum. Aber es hat die Fähigkeit, Quanta zu erzeugen, indem es Vielheit und damit Relationen erzeugt. Wie das im Ursprung geschieht, können wir mit Maßbegriffen nicht beschreiben. Jedenfalls geschieht es aus der Existenz jenseits — nicht nur von Raum und Zeit —, sondern auch von Masse.

Dagegen hilft auch der Einwand nichts, die Masse sei im Ur-Atom maximal konzentriert. Solange nicht schon eine abgemessene Masse in einem abgemessenen Raum existiert — und das bedeutet eine relationsfähige Vielheit —, kann sich nichts konzentrieren. Im übrigen führt Lemaître sozusagen unbesehen den

Raubegriff auf das Ur-Atom wieder ein, wenn er seine Konzentration in einem „Raum von sehr kleinem Radius“ behauptet. Das ist verständlich, weil Konzentration von Masse a priori mit Räumlichkeit verbunden ist: die Materiedichte ist der Quotient von Masse und erfülltem Raum. Man kann ihn zwar mathematisch zum limes gegen Unendlich werden lassen, wenn der Raum asymptotisch Null gedacht wird — wie es Lemaitre ausdrückt —, aber dadurch wird niemals die Realität eines Ur-Atoms von „sehr kleinem Radius“ denkbar, das die Masse „sehr groß“ hat. Wir müssen uns schon zu dem Gedanken eines Ur-Atoms jenseits von Raum und Zeit und Masse bequemen. Das aber kann nicht mehr als physikalisch definierbares Ur-Quantum, sondern nur mehr als die Fähigkeit, Quanten zu erzeugen, angesprochen werden, wie wir schon andeuteten.

Rückt Lemaitres Ur-Atom — bei aller Verschiedenheit der Ausgangspunkte und Deduktionsweisen — damit nicht in eine bemerkenswerte Nähe zu Pascual Jordans Hypothese von der Entstehung der Materie aus dem „Nichts“, falls wir dieses „Nichts“ nicht gedankenlos beim Wort nehmen, sondern es als den Urgrund meinen, der nur für das messende physikalische Denken nichts ist, während er der Ursprung von allem ist, was die Physik je registriert?

Jedenfalls scheint der metaphysische Aspekt der Lemaitreschen Hypothese vom Ur-Atom im Wesen derselbe zu sein, den die Jordansche Hypothese von den zwei Ur-Neutronen eröffnet: der Ursprung der Welt jenseits von Raum und Zeit, jenseits aller Masse, der Ursprung in Raum und Zeit und Meßbarkeit hinein — aus einer im wahrsten Sinn unermesslichen Potenz, deren sich begrenzender Akt diese Welt ist. Insofern ist auch Georges Lemaitres Hypothese, deren Vorläufigkeit er mit aller Gewissenhaftigkeit betont, ein außerordentlich erregender und fruchtbarer Weg kosmogonischen Denkens.

1) Der Vortrag ist zusammen mit früheren Vorträgen und Aufsätzen (Die Größe des Raums — Die Expansion — Die Evolution — Kosmogonische Hypothesen) unter dem Titel „L'HYPOTHESE DE L'ATOME PRIMITIF“ in dem von Ferdinand Gonseth herausgegebenen Buch gleichen Titels 1946 erschienen.

Zitierungen erfolgten aus der französischen Originalausgabe in der Uebersetzung des Verfassers des Aufsatzes.