

Vorwort

Das ehrfurchtsvolle Staunen beim Betrachten des nächtlichen Sternenhimmels lässt kaum einen Menschen unberührt. Was bedeuten diese unendlich vielen Lichtpunkte? Woher kommen diese? Haben sie möglicherweise mit uns zu tun? Schon immer haben die Menschen nach Antworten auf diese Fragen gesucht und versucht aus dem Lauf und der Anordnung der Sterne Informationen zu erhalten. Die Erforschung dieser Fragen setzte voraus, den Kosmos als Teil der beobachtbaren Natur zu erkennen. Es begann damit, die Änderungen der Positionen der Himmelskörper mit den Gesetzen der Mechanik zu erklären und später aus der Analyse der von Himmelskörpern empfangenen elektromagnetischen Strahlung Informationen zu erlangen. Mit immer genaueren und ausgefeilteren Beobachtungen wurden mehr und mehr Antworten gefunden, aber hinter jeder Antwort tauchten neue Fragen auf.

Das heutige Standardmodell des Kosmos ist das am meisten ausgereifte theoretische Modell um grundlegende Beobachtungen des Kosmos zu erklären. Die weltweit durchgeführten sehr vielen, sehr detaillierten, sehr aufwendigen theoretischen und experimentellen Forschungen haben eine Fülle von Informationen gebracht, die zum großen Teil im Rahmen dieses Standardmodells, wenn auch mit zusätzlichen Annahmen, erklärt werden können, so dass es von den allermeisten Kosmologen gegenüber anderen Modellen bevorzugt wird.

Das Standardmodell der Kosmologie nimmt Bezug auf die Allgemeine Relativitätstheorie und beinhaltet eine Ausdehnung des Raumes, die durch die kosmische Konstante mathematisch beschrieben werden kann. Die zugrunde liegenden mathematischen Anforderungen bilden einen sehr hohen Schutzwall, der den allermeisten Menschen den eigenen Zugang zu diesem Modell verbaut.

Ein Physiker verspürt dennoch erhebliche Zweifel bei den diesem Modell zugrunde liegenden Hypothesen und den daraus resultierenden Konsequenzen, insbesondere der Verletzung des Satzes von der Erhaltung der Energie beim Urknall, der Entstehung des Kosmos aus dem „Nichts“, der Ausdehnung des leeren Raumes, der Inflation des Kosmos (also der gigantischen Ausdehnung des Kosmos in den ersten Sekunden nach dem Urknall), der Erklärung der Singularität der Allgemeinen Relativitätstheorie beim Punkt 0 (vergleichbar mit einer Berechnung von 0/0).

Es ist für Physiker nicht ungewöhnlich, dass durch die Einführung neuer Parameter und neuer Hypothesen mathematische Beschreibungen für jegliche Beobachtungen oder Vorstellungen möglich sind. Als extremes Beispiel mag die Stringhypothese gelten, die auf mehreren zusätzlichen hypothetischen Dimensionen aufbaut und unendlich viele Universen mathematisch produzieren kann.

In dieser Arbeit wird dagegen der Versuch gemacht ein Modell des Kosmos zu entwickeln allein auf Basis der physikalischen Prinzipien und Theorien, wie sie heute auf der Erde verifiziert sind. Da die Erde kein besonderer Ort im Kosmos ist, sollen diese physikalischen Gesetzmäßigkeiten im gesamten Kosmos gelten, überall und zu allen Zeiten. Dies ist eine offensichtlich plausible, aber auch einengende Annahme, die nur sinnvoll ist, wenn die daraus gewonnenen Ergebnisse mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Im Rahmen dieser strikten Vorgabe wurde ein zum Standardmodell alternativess Modell des Kosmos abgeleitet, das eine schlüssige Beschreibung des von der Erde aus beobachtbaren Universums liefert, und das in wesentlichen Punkten dem Standardmodell der Kosmologie zumindest ebenbürtig zu sein scheint, ohne dessen oben genannten Hypothesen zu übernehmen.

Bonn, den 25. 1. 2019

Oskar Beer



1. Summary

Dark Energy and Cosmos

How an alternative approach to the expansion of the cosmos results in a new model of the cosmos

The expansion of the Cosmos is generally accepted as a proven fact in modern cosmology. This expansion, which actually is an increase of distance between celestial bodies, cannot be explained by the forces known on earth, it even overrules the gravitational force, which results in a gigantic centripetal force F after the Big Bang of

$$F = -3/5 M^2 G 1/R^2 \text{ Newton}$$

when taking the total mass M of the cosmos as about 10^{53} kg, with G as gravitation constant and R the radius within which the mass M is contained.

As necessary conclusion, there must exist an energy, so far unknown on earth, overruling the gravitational force. In the cosmology this energy is called Dark Energy. Therfore this notation is also used in this work

If the distance between far away celestial bodies is increasing or has been increased against the gravitation there are only two possible alternative explanations: firstly the space increases or has increased, or secondly there exists a force acting on these celestial bodies, accelerating them and causing the increase of distance between them. The first case is an integral part of the present Standard Model of the Cosmos. The second case results in a new model of the cosmos as elaborated in this work. The aim of this work is to stringently deduct the properties of the cosmos based on the second approach in order to serve as basis for comparison with cosmological observations.

The physical principle "actio et reactio" can be interpreted such that if a force is acting on particles with mass then it originates also from particles with mass ("exchange force carrier") This principle of physics, valid on earth for any force, shall also apply to the Dark Energy of the cosmos. As conclusion, a so far unknown matter shall be attributed to the Dark Energy, arbitrarily labelled with m(-). The "Dark Energy" is then the exchange force between m(-) and normal matter. Due to its properties the force connected to the matter of the Dark Energy must be cumulative and long range.

In addition to the Dark Energy the cosmos contains the so called Dark Matter, which according to above principle also originates from particles with mass. It can be shown (chapter 3.2), that the charge of the particles of the Dark Matter with which they interact with normal matter with a force proportional to $1/r^2$ can be normalized so that the interaction with normal matter is described by the law of gravitation. The charge of the Dark Matter after normalisation can then be called mass and has the same gravitational properties as the normal matter, attractive with the gravitation constant G to itself and to



normal matter. Due to same gravitational behavior we label both, Dark Matter and normal matter as $m(+)$.

Once the existence of the $m(-)$ -matter with its unknown forces is accepted as a compulsory consequence of this perception of the Dark Energy, it can be stated that the gravitation and the Dark Energy, i.e. the interactions $m(+)$ with $m(+)$, $m(+)$ with $m(-)$ and $m(-)$ with $m(-)$, are the only long range forces in the cosmos. The fact, that the $m(+)$ -matter is continuously expanding in the cosmos allows following basic conclusions about the properties of the $m(-)$ -matter: $m(-)$ -matter must be attractive to itself and repulsive to $m(+)$ -matter (chapter 3.3).

In present cosmology there is very strong evidence for the existance of the Big Bang about $13,8 \cdot 10^9$ years ago. As the earth is not a special place in the cosmos, all principles and proven theories of physics in particular the principle of energy conservation shall also be valid in the cosmos. Based on this principle the idea that about 10^{53} kg mass have been created out of nothing is discarded in this work. Consequently the mass of the cosmos must have been always constant. However, what could have been the status of the cosmos before the Big Bang? The only - albeit reasonable - hypothesis of this work is the assumption that the cosmos, containing all $m(+)$ and $m(-)$ matter, was in an equilibrium status before the Big Bang (chapter 3.4).

To find a solution to this assumption, a (for reason of simplicity) sphere shaped volume containing above defined $m(+)$ and $m(-)$ matter was tentatively considered to represent a model of the cosmos before the Big Bang. Such volume might also be obtained when going back in time from the present age T_0 of the cosmos to the time 0, when the Big Bang started. The only long range forces in this volume shall be the gravitation and the force originationg from the Dark Energy. It is demonstrated (chapter 3.5) that the necessary and sufficient conditions of an equilibrium status are, in addition to the gravitation between normal and dark matter, the compliance with the following properties

- the total mass of the $m(+)$ and $m(-)$ matter in above volume must be equal , and homogenously distributed
- $m(-)$ is attractive with the gravitational constant G to itself and
- $m(-)$ is repulsive with the gravitational constant $-G$ to $m(+)$ and vice versa

It can be demonstrated (chapter 4) that the mass of the $m(-)$ matter must also be positive and follow the Einstein relation

$$m(-) c^2 = E$$

and that transfer of energy from $m(+)$ to $m(-)$ matter by electromagnetic waves, weak or strong nuclear interaction can not take place.

The above concluded equilibrium status was taken as the model of the cosmos before the Big Bang, for convenience called „Urraum“ in this work. The resulting consequences for the cosmos are dealt with in chapter 5 and 6 and seem to comply with the main cosmological observations

The radius b of the Urraum was presumeably very small and is estimated to be below (chapter 5.1) 0,001 lightyears. The further conclusions of this work are valid with high



accuracy as long as this radius b does not exceed 10 lightyears. The smaller b the higher the accuracy.

Based on the concept of such Urraum the Big Bang could have happened without violation of the energy conservation principle. Once the m(-)-matter started (by whatever reason) to accumulate in the middle of the Urraum, an ever increasing separation of m(-) from m(+) matter went on by positive feedback. The more m(-) matter accumulated in the center, the more and the stronger m(-) matter was attracted and the more and the stronger m(+) matter was repelled, setting off a chain reaction. This chain reaction led to the complete separation of the previously homogenous distribution of m(+) and m(-) matter and is the definition of the "Big Bang" in the model of this work.

This Big Bang resulted in an M(-) nucleus of about 10^{53} kg m(-) matter and from it radially expanding m(+) matter with velocities close to light speed. The M(-) nucleus can be considered as center of the cosmos, by convenience called Urpunkt in this work. The Urpunkt can also be considered as the point where the Big Bang originated. The earth is an arbitrarily located point E in the expanding m(+)-matter.

The structure of this expanding m(+) - matter can be analysed using two different inertial systems: the system of the Urpunkt and the system of the point E (Earth), which will lead to different views, but nevertheless to a more comprehensive understanding. Therefore the resulting model of the cosmos could be called "Dual Cosmos".

First, the system of the Urpunkt shall be analyzed. The mass of the M(-)-nucleus is equal to the total mass of the expanding m(+) - matter. As the interacting forces between m(-) and m(+) - matter are gravitational it is possible to calculate the geometry of the cosmos, which exists of the M(-)-nucleus with a mass of $n \cdot 10^{53}$ kg and the m(+) - matter around it radially expanding with an average velocity \bar{u}' extremely close to light speed

$$\bar{u}' = c - \bar{\varepsilon}' \quad (\text{m/s})$$

$$\bar{\varepsilon}' = c - 0,68 \cdot b^2/n^2 \cdot 10^{-11} \quad (\text{m/s})$$

with b as the radius of the Urraum in lightyears and n the correction factor for the total mass of the cosmos. $\bar{\varepsilon}'$ is the mean deviation from velocity of light of all m(+) - matter in the inertial system of the Urpunkt. It is shown (chapter 5.3.), that after a transition time T' (in the order of about 1 to 10^4 years after the Big Bang, depending on the radius b of the Urraum) the mean deviation from light speed (the deviation from light speed is called „avol“ in this work) $\bar{\varepsilon}'$ has reached with high accuracy a constant value. Further expansion has negligible influence on the mean avol $\bar{\varepsilon}'$. The smaller the radius b of the Urraum the better the accuracy. This is one of the key findings on which basis the new model of the cosmos is established.

The actual avol values ε' of the m(+) matter will deviate from the constant mean value $\bar{\varepsilon}'$ and can themselves be considered as constant. They can be described by an arbitrarily defined parameter L representing the variation around the respective mean value,

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \bar{\varepsilon}' \cdot 10^L && \text{with } -L_1 < L < L_2 \\ u' &= c - \bar{\varepsilon}' \cdot 10^L \\ R' &= T_0 \cdot (c - \bar{\varepsilon}' \cdot 10^L) && \text{and } T' \ll T_0\end{aligned}$$

The parameter L may vary within a small range e.g. from about -2 to about +3. The radial distance R' of a particle is proportional to its constant velocity u' , with the time T_0 passed since the Big Bang as its proportionality factor. The velocity u'_{12} between any two points 1 and 2 can be computed by vector addition of its radial velocities u'_1 and u'_2 . As u'_1 and u'_2 are constant, u'_{12} is also constant.

Based on above the radial position and velocity of the m(+) matter in the cosmos in the system of the Urpunkt can in principle be described. The m(+)matter is contained in a thin spherical shell with the mean radius $\bar{R}' = T_0 \cdot (c - \bar{\varepsilon}')$. Its actual radial thickness and shape is determined by the distribution function $f(\varepsilon')$ of the avol ε' . Any mass point in this shell can be described by its distance R' to the Urpunkt, its velocity u' and its avol ε' .

The decisive question is, how an observer on the arbitrarily chosen point E (Earth) in above defined m(+)shell radially speeding with the velocity v' , will evaluate the distances and velocities of the other points to him. Due to the high velocities involved (chapter 6.1), these data must be computed by relativistic addition of velocities, namely u' of any point S and v' of his own, the latter being at the same time the velocity between the two systems. An important feature is the fact, that the radial expansion velocity v' of the point E is itself constant after transition time T' . Therefore the relativistic addition of velocities can be based on the Lorentz-transformation with a constant velocity v between the two systems, avoiding the complexity of the general theory of relativity. Here the use of the notation „avol“ shows its benefit as the formula of the relativistic addition of velocities close to light speed gets very simple (equations 2 in chapter 6.1)

As the Lorentz transformation is linear, any linear relation between r' , u' and t' in the system of the Urpunkt transforms also into a linear relation in the system of the earth. Therefore if the velocity between two points does not depend on time in one system its the same in the other system. This means, that the velocity u of a star in the system of the earth is also constant in time from the transition time T' onward up to today. If the velocity u from a point S („star“) can be determined then today's distance D can be calculated by the relation

$$D = u \cdot (T_0 - T') \approx u \cdot T_0$$

with T_0 being the time of $13,8 \cdot 10^9$ years after the Big Bang and the transition time T' very small compared to T_0 . Furtheron, if a point S_1 is closer to point E than a point S_2 , in one system its also in the other system.

Transforming the velocities u' of mass points from the Urpunkt system to his own the observer on the earth will identify mass points expanding from him in all directions with velocities u ranging from zero up to nearly light speed. He will find out that all other points are expanding from him, the farer in distance the higher the observed expansion velocity u . He might think, that he is in the center of the cosmos, same as an observer at any other point in the m(+)shell would observe (chapter 6.1). In the inertial system of the earth a complete different picture of the cosmos is created, as compared to the Urpunkt system.



As further consequence the observer on the earth will find out that the matter is not distributed isotropically around him but rather flat similar to a squeezed ball, with a rotational symmetry around an axis, given by the direction Earth-Urpunkt. (chapter 6.3). The shape of this distribution depends on the distribution function $f(\varepsilon')$.

Based on above, the red shift z of light observed on earth from distant stars can „again“ be reasonably explained by the Doppler shift (chapter 6.5). The red shift of the Doppler effect is given by

$$z = \sqrt{\frac{(1+u/c)}{(1-u/c)}} - 1$$

The relationship between D and z is then given by the specific distance function $B(u)$

$$B(u) = D/z = \frac{u \cdot T_0}{\sqrt{(c+u)/(c-u)} - 1} \quad (Lj)$$

which is rather constant for smaller velocities u of up to about 40000 km/s, where it can be approximated by $B(0)$

$$\lim_{u \rightarrow 0} B(u) = B(0) = T_0 \cdot c$$

On the basis of the Dual Cosmos model together with the help of the Doppler red shift z the distance of stars can be calculated, if the time passed since the Big Bang is known.

Alternatively if by other cosmic observations the distance of a star is known, the age of the cosmos can be determined. This situation applies as long as the impact on velocities by later acting exchange forces and/or gravitational forces are negligible.

Above formula $B(u)$ is derived from the present model of the Dual Cosmos. The limit value $B(0)$ is mathematically identical with the Hubble constant

$$H_0 = c/B(0)$$

This astonishing match, at least for distances of about $2 \cdot 10^9$ lightyears, shows that the model of the Dual Cosmos generates the same result as the Standard Model and within above limit supplies a description of the cosmos as good as the Standard Model. However, the underlying conditions of the two models are quite different.

The model of the Dual Cosmos is based on a model of the Dark Energy, which results in very high constant radial velocities of the matter already short time after the Big Bang. After transformation into the inertial system of the earth the proportional relationship between distance and velocity is still valid. Together with the red shift z as calculated by the Doppler effect a relation is obtained which is equivalent to the Hubble constant.

In contrast the present Standard Model of the cosmos is based on a hypothetical expansion of space represented by the Hubble constant, which is also thought to expand the wavelength of light from distant stars.



In the Dual Cosmos model there exists a proportional relationship between distance and velocity, whereas the red shift z increases overproportionally with distance and velocity. In the Standard model the expansion rate increases overproportional with distance, as long as the distance is taken as proportional to the red shift z . The data obtained by analysis of light from the cepheids could be helpful to decide between the two approaches. The distances D as calculated by the Doppler red shift z of light from the cepheids with the help of above specific distance functiont $B(u)$ shall be the same as the well known distances of cepheids by other cosmological data.

Generally following energy ratios are quoted between normal matter, Dark Matter and Dark Energy normalized to 100%

normal mater	Dark Matter	Dark Energy
4,9 %	26,8 %	68,3%

In the model of the Dual Cosmos it is easy to calculate the respective potentials or potential energies, when taking the potentials at infinity as zero. However, in general the kinetic energy is not known. Therefore it seems useful to compare the acting forces. These are obtained by radial differentiation of the potentials acting on the respective matters. On such basis the ratio of the total forces acting on the $m(+)$ -matter are, when normalizing the absolute amounts to 100% (chapter 5.4):

total contractive force on normal matter by $m(+)$ -matter	total contractive force on Dark Matter by $m(+)$ matter	total expansive force on $m(+)$ matter by $m(-)$ matter
-4,4 % to -5,1 %	- 24,2 % to - 28,2 %	71,4 % to 66,7 %

This is a surprising similarity with above quoted energy ratios. It should be noted that in the model oft he Dual Cosmos the absolute amount of the respective forces decrease with increasing expansion.

Same as in the Standard Theory also in this model the cosmic background radiation must have its origin in the Big Bang. However, the decrease of the wavelength is attributed to the Doppler shift z and from z the time, when the cosmos got transparent can be calculated (chapter 6.7). Here the match with the standard model is not good. Nevertheless it shows, that the model of the Dual Cosmos has the potential to explain the background radiation.

In this model of the cosmos the earth is an arbitrarily chosen point in above described $m(+)$ shell of the cosmos. Therfore for any other star in the $m(+)$ shell all above conclusions apply in the same way as for the earth.

Besides the inherent beauty of the Dual Cosmos model, containing no mathematical extravagancies and being in accordance with all physical principles valid on earth, this model seems to be a proper tool to describe the cosmos. The author hopes, that the validity of this model could be substantiated by detailed comparison with cosmologcal data



2. Einleitung

Die in den letzten hunderten Jahren gewonnenen Erkenntnisse der Physik erlauben eine sehr genaue Beschreibung der Wirklichkeit auf der Erde. Zu diesen Erkenntnissen gehören grundlegende physikalische Prinzipien wie der Impuls-, Drehimpuls- und Energieerhaltungssatz etc. Diese Prinzipien sind in der Newton'schen Mechanik sowie deren Erweiterung der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie zusammengefasst. Diese Theorien sind grundsätzlich geeignet alle Vorgänge auf der Erde mit großer Genauigkeit zu beschreiben. Die Einschränkung liegt offensichtlich darin, dass die Vorgänge oft äußerst komplex (z. B. Wetter) sind. Trotz dieser Einschränkung ist eine wesentliche Grundannahme dieser Arbeit, dass die auf der Erde für wahr erkannten physikalischen Prinzipien und Gesetze auch für den gesamten Kosmos gelten, an allen Orten und zu allen Zeiten.

Eine wichtige Rolle spielt in dieser Arbeit ferner die Gravitation. Da ihre Wirkung noch in weit entfernten Galaxien und damit in fernster Vergangenheit beobachtet werden kann, ist sie im Kosmos an allen Orten und zu allen Zeiten vorhanden. Damit gibt es nun im Kosmos ein Problem, nämlich warum die Gestirne im Kosmos nicht kontrahieren, sondern im Gegenteil expandieren, bzw. expandierten. Wenn die gesamte Masse des Kosmos mit etwa 10^{53} kg angenommen wird und innerhalb eines Radius R verteilt ist, dann ist die gesamte zentripetal gerichtete Kraft dieses Systems nach Anhang 1 Gl.7

$$F = -3/5 \cdot M^2 \cdot G \cdot 1/R^2 \text{ Newton}$$

also ungeheuer groß. Warum also zieht sich der Kosmos nicht zusammen, sondern dehnt und dehnt sich entgegen dieser Kraft sogar aus?

Die zwingende Schlussfolgerung ist, dass es im Kosmos eine Energie gibt, die das Zusammenziehen des Kosmos nicht nur verhindert, sondern darüber hinaus sogar eine Expansion bewirkt. Die Energie, die diese Kraft bewirkt, wird allgemein als Dunkle Energie bezeichnet. Deshalb wird auch hier diese Bezeichnung übernommen.

Eine weitere zwingende Schlussfolgerung ergibt sich aus der zeitlichen Zurückverfolgung der Expansion. Nämlich, dass das Volumen des Kosmos in der Vergangenheit viel kleiner war, je weiter zeitlich zurück desto kleiner. Der Beginn der Ausdehnung des Kosmos wird als Urknall bezeichnet. Dabei ist es zunächst offen, ob der Beginn der Expansion von einem Punkt „Null“ oder von einem endlichen Volumen aus startete. Wie auch immer wird in dieser Arbeit die Bezeichnung Urknall übernommen.

Zur Erklärung der Phänomene im Kosmos, insbesondere hinsichtlich Urknall und Dunkle Energie, wurde das sogenannte Standardmodell der Kosmologie entwickelt. Dieses Modell ist ein hypothetisches Modell, das u.a. mit Hilfe der Allgemeinen Relativitätstheorie und der kosmologischen Konstanten bzw. der Dunklen Energie die Beobachtungen im Kosmos zu erklären und beschreiben sucht. Eine zusammenfassende Beschreibung liegt z. B. von



Andrew Liddle vor ⁽¹⁾. Es erscheint wichtig darauf hinzuweisen, dass in diesem Modell die Ausdehnung des Kosmos durch eine Ausdehnung des (leeren) Raumes erklärt wird.

Obwohl dieses Modell von den allermeisten Kosmologen für alternativlos gehalten wird, regt es zu einer Reihe von Widersprüchen an, z.B. hinsichtlich Verletzung des Satzes von der Energie-Erhaltung, der Rotverschiebung von Licht durch die Ausdehnung des Raumes sowie der Inflation ⁽²⁾ in den ersten Sekunden nach dem Urknall. Eine harsche Kritik wurde von A. Unzicker geäußert ⁽³⁾. Trotz des provokanten Titels „Vom Urknall zum Durchknall“ wurde das Buch so ernst genommen, dass es von der in der Fachwelt angesehenen Zeitschrift „Bild der Wissenschaft“ als Wissenschaftsbuch des Jahres 2010 ausgezeichnet wurde, wenn auch in der Rubrik Zündstoff.

In dieser Arbeit wird aus der Analyse der Expansion der Gestirne im Kosmos ein völlig neues Modell des Kosmos abgeleitet. Dabei wird die Expansion, also die festgestellte zunehmende Entfernung zwischen Sternen oder Galaxien nicht auf eine Ausdehnung des Raumes sondern – im Rahmen der gesicherten Physik – zwingend auf tatsächlich wirkende Kräfte zurückgeführt, welche die Gestirne beschleunigen und eine Vergrößerung der Entfernung zwischen ihnen bewirken. Wenn nun diese von der Dunklen Energie ausgehenden Kräfte auf Materie wirken, dann muss die Dunkle Energie auch selbst von Materie ausgehen.

Weiterhin, da die Dunkle Energie überall im Kosmos wirkt, müssen die durch sie bewirkten Kräfte lange Reichweite besitzen, also nur mit dem Quadrat des Abstandes abnehmen. Ähnlich der normalen Materie und der Dunklen Materie wird in dieser Arbeit somit von Teilchen/Quanten der Dunklen Energie ausgegangen.

Beim zeitlichen Zurückverfolgen der Expansion wird das Volumen des Kosmos offensichtlich immer kleiner, bis man schließlich auf ein minimales Volumen kommt, das man – ohne Einschränkung der Allgemeinheit – als kugelförmig ansetzen kann, das alle Materie, die normale Materie, die Dunkle Materie und die weiter oben postulierten, materiebehafteten Teilchen der Dunklen Energie enthält. Aus dieser Logik heraus werden in Kap.3 die Kräfte betrachtet die in einem derartigen, kugelförmigen Volumen wirken, das mit solchen Teilchen gefüllt ist.

Das Ziel dieser Arbeit ist eine Beschreibung des Kosmos, die aus strikter Anwendung dieser Ausgangsbedingung resultiert. Es werden keine neuen physikalische Hypothesen eingeführt. Insbesondere wird auf die Hypothese der Ausdehnung des leeren Raumes, also des Vakuums verzichtet.