

# Erdexpansion ist kosmologische Expansion

Volkmar Müller

## Abstract

Die Standard-Kosmologie postuliert eine untere Grenze für die kosmologische Expansion. Diese Grenze wird aus beiden, sowohl theoretischen als auch beobachtbaren, Gründen in Frage gestellt. Die kosmologische Rotverschiebung ist hier nicht als numerische Zunahme der Distanz, sondern als eine Expansion der Raum-Zeit-Skala interpretiert. Es wird gezeigt, dass es eine Reihe von Beispielen gibt, welche diese Interpretation bestätigen. Alle durch Gravitation dominierten Objekte, einschließlich kleiner Objekte wie der Erde, nehmen im Widerspruch zur Standardtheorie an der kosmologischen Expansion teil. Bei konsequenter Anwendung der kosmologischen Expansion auf kleine Bereiche erhält man Ergebnisse, die zunächst vielleicht verwundern. Zum Beispiel expandiert die Erde trotz numerischer Konstanz von Radius, Dichte und Rotationszeit. Zugleich werden hypothetische Aussagen der Standardkosmologie zum Teil überflüssig. Alle gravitativ dominierten Objekte einschließlich Erde nehmen an der kosmologischen Expansion teil.

## 1. Einführung

Grundlage dieses Beitrages ist die Interpretation der kosmologischen Expansion. In Übereinstimmung mit der Standardkosmologie nehmen wir an, dass der Raum selbst expandiert und dass keine Radialgeschwindigkeit oder Relativgeschwindigkeit vorliegt. Entsprechend dem kosmologischen Prinzip und dem kopernikanischen Prinzip kann sich sowohl der Beobachter als auch das beobachtete Objekt (unter Vernachlässigung der Pekuliargeschwindigkeit) als ruhend betrachten. Die Interpretation der kosmologischen Rotverschiebung als Relativgeschwindigkeit ist darum ausgeschlossen. (Analog ist die Rotverschiebung eines weißen Zwerges zur Bestimmung seiner Relativgeschwindigkeit ebenfalls ausgeschlossen).

In Wikipedia [1] formuliert man die Expansion des Weltraumes wie folgt:

*The metric expansion of space is the increase of the distance between two distant parts of the universe with time. It is an intrinsic expansion whereby the scale of space itself changes. This is different from other examples of expansions and explosions in that, as far as observations can ascertain, it is a property of the entirety of the universe rather than a phenomenon that can be contained and observed from the outside.*

Die Größe der kosmologischen Expansion wird durch den Hubbleparameter charakterisiert. Dieser beträgt gemäß Freedman, W. et al. [2] ca.  $72 \pm 8$  km / s pro Mpc ( $1 \text{ Mpc} = 3,1 \cdot 10^{19}$  km). Das bedeutet nicht, dass sich ein Objekt pro 1 Mpc mit einer Relativgeschwindigkeit von 72 km/s entfernt, sondern: Die numerische Entfernung eines Objektes ist nach beliebiger Zeit immer noch exakt 1 Mpc oder  $3,1 \cdot 10^{19}$  km. Nicht die numerische Distanz, sondern der gravitationsdominierte Raum und dessen Maß expandieren. Nur Gegenstände und Gebiete, die gravitationsdominiert sind, expandieren mit dem Raum und seinem Maß. Die Expansionsrate  $\alpha$  erhält man aus

$$\alpha = 72 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} / 3,087 \cdot 10^{19} \text{ km} \approx 2,3 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1} \quad (1)$$

Jede gravitationsdominierte räumliche Einheit expandiert um  $2,3 \cdot 10^{-18}$  pro Sekunde.

Nach jeder Sekunde sind die Distanzen um  $2,3 \cdot 10^{-18}$  größer als zuvor. Nach  $31,56 \cdot 10^6$  Sekunden, also einem Jahr, ist z.B. der Erdradius wie folgt expandiert:  $31,56 \cdot 10^6 \text{ s} \cdot 2,3 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1} = 7,26 \cdot 10^{-11}$ . Dieser Bruchteil des Erdradius' entspricht ca. 0,5 mm. Aber bei kosmologischer Expansion gibt es keine Relativgeschwindigkeit zwischen zwei Objekten (Erdzentrum und Oberfläche). Der Erdradius ist darum numerisch konstant.

Analog gilt das für den Abstand zum Mond. Dieser expandiert in einem bestimmten Zeitraum um einen bestimmten Teil. Wenn der Zeitraum z.B. 1,37 Mrd. Jahre ist:  $1,37 \cdot 10^9 \cdot 31,56 \cdot 10^6 \text{ s} \cdot 2,3 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1} \approx 0,1$ . Während 10 % des Weltalters bewegt sich der Mond um 10 % weg (Abb 1). Durch die Expansion des Raumes bleibt die numerische Distanz konstant. Analog kann für jede Distanz und für jede Zeit die Größe der Expansion eines gravitationsdominierten Objektes errechnet werden.

Bei Verwendung des Gleichnisses „Luftballon“ ist zu beachten: Die 2-dimensionale Oberfläche stellt das 3-dimensionale Volumen des Universums dar. Messungen finden im Universum statt. Also in der Ballonoberfläche. Der Maßstab ist auf dem Luftballon aufgezeichnet und wächst mit! Es wird deutlich: Eine

messbare numerische Relativgeschwindigkeit zwischen zwei Punkten des expandierenden Ballons besteht nicht!

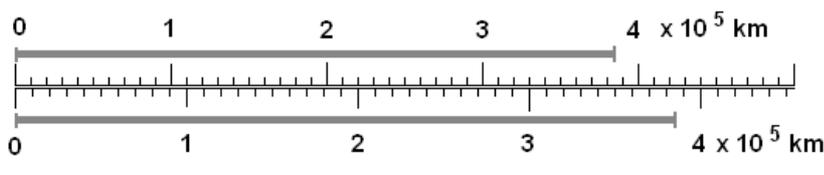


Abb. 1: Meßbare Mondabstände zu unterschiedlichen Zeitpunkten als eindimensionales Beispiel für die Expansion des Raumes. Wenn die untere Skala der rezenten Distanz entspricht, so gilt die obere Skala für einen Zeitpunkt vor  $1,37 \times 10^9$  Jahren (90 % des Weltalters).

Die kosmologische Expansion ist entfernungsproportional. Dazu kommt eine positive oder negative Relativgeschwindigkeit. Die Relativgeschwindigkeit (Eigengeschwindigkeit) macht sich auf Skalen  $< 10$  Mpc in der Rotverschiebung bemerkbar.

## 2. Die untere Grenze der kosmologischen Expansion

Einstein und Straus [3] postulierten eine minimale Entfernung, in welcher die kosmologische Expansion im Friedmann-Universum auftreten kann. Innerhalb dieser Entfernung vorhandene Objekte zeigen angeblich keine kosmologische Expansion. Diese Grenze findet die Standardkosmologie durch Gegenüberstellung (Difference-formation) des Potentials einer gravitierenden Masse mit dem Potential der kosmologischen Expansion. Das Potential eines gravitierenden Körpers nimmt mit dem Quadrat der Entfernung ab, während das Potential der kosmologischen Expansion linear mit der Entfernung zunimmt. Es gibt somit eine Distanz, in welcher beide Potentiale von gleicher Größe sind. Dies ist die kleinste Distanz, bis zu der eine kosmologische Expansion im Friedmann-Universum möglich ist. Durch Gravitation gebundene Systeme sind immer kleiner als diese Minimaldistanz. Galaxienhaufen, Galaxien, Sterne, Planetensysteme und Planeten sind durch Gravitation gebunden und nehmen nicht an der kosmologischen Expansion teil.

Am Beispiel der Erde sei dies erläutert: Die Gravitation der Erde erzeugt an der Oberfläche eine Beschleunigung von ca.  $9,81 \text{ m/s}^2$ . In einer Höhe bzw. Entfernung von ca.  $760 \times 10^6 \text{ km}$  ( $\sim 5.1 \text{ AU}$ ) beträgt die Gravitationsbeschleunigung nur noch  $6,9 \times 10^{-8} \text{ cm/s}^2$ . Die Beschleunigung durch das Gravitationsfeld der Erde ist in dieser Distanz gleich der Beschleunigung durch den Hubbleeffekt. (Potentiale von Sonne und Milchstraße sind zusätzlich zu beachten.) In dieser Entfernung sind beide Potentiale von gleicher Größe. Die Standardtheorie schließt: Ein Testpartikel in dieser Distanz fällt nicht zur Erde und driftet nicht mit der kosmologischen Expansion weg. Ein Testpartikel wird als ruhend wahrgenommen. ( $R_0$  = zero-velocity surface). Nach der Standardkosmologie ist die untere Grenze der kosmologischen Expansion erreicht. Diese Argumentation der Standardtheorie hat jedoch theoretische und beobachtbare Mängel: Ein freies Testpartikel in der Distanz  $R_0$  ruht aber nicht, sondern fällt mit einer Radial- oder Relativgeschwindigkeit, die sich aus Gravitationsbeschleunigung ( $6,9 \times 10^{-8} \text{ cm/s}^2$ ) und Entfernung ergibt. Zugleich expandiert die Distanz zur Erde durch kosmologische Expansion. Während die numerische Distanz abnimmt, gleicht die Expansion des Raumes die numerische Differenz *scheinbar* aus.

Anders als freie Testpartikel verhalten sich orbitierende Partikel. Die Gravitationsbeschleunigung verursacht hier keine Relativgeschwindigkeit infolge der Zentrifugalkraft. Die Orbitaldistanzen unterliegen jedoch der Expansion des Raumes. Der Mondorbit expandiert also pro Sekunde mit  $3,0 \times 10^{-18}$ . Das ist pro Jahr ein Bruchteil von  $3,0 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \times 31,6 \times 10^6 \text{ s} = 9,5 \times 10^{-11}$ . Für den Orbit des Mondes sind das  $384,4 \times 10^8 \text{ cm} \times 9,5 \times 10^{-11} \cong 3.8 \text{ cm}$ . Dabei handelt es sich nicht um eine Relativgeschwindigkeit im Sinn der SRT.

Entsprechend dieser Arbeit gilt dies analog für die Erde, im Sonnensystem und für die Sterne in Galaxien. Man findet also in Distanzen  $< R_0$  das Phänomen der kosmologischen Expansion. Ebenso ist Gravitationswirkung in Distanzen  $> R_0$  nachweisbar. Das Phänomen Virgoingfall sei hier genannt [18]. Die Beispiele im Abschnitt 3 und der Tabelle 1 sind beobachtbare Mängel der Standardtheorie bei der Festlegung der unteren Grenze der kosmologischen Expansion. Die Distanz  $R_0$  ist offensichtlich für beide Phänomene keine Grenze. Umfangreiche Literatur dazu findet man in [29].

Ein fallendes Testpartikel hat eine Relativgeschwindigkeit zur Erde. Es handelt sich um die Geschwindigkeit bewegter Materie. Bei der kosmologischen Expansion handelt es sich nicht um bewegte Materie im Sinne der SRT sondern um Expansion des Raumes und seiner Maßeinheiten. Die untere Grenze der kosmologischen Expansion wird in der Standardkosmologie gebildet, indem zwei unterschiedliche Phänomene verglichen werden. Das ist unzulässig!

Gravitationsdominierte Objekte und Distanzskala expandieren mit gleicher Rate. Das numerische Volumen bzw. Distanz ändert sich dadurch nicht. Die Expansion des Raumes findet auch in geringeren Entfernungen als  $R_0$  statt. Die Fallgeschwindigkeit überwiegt jedoch dort gegenüber der Expansionsgeschwindigkeit. An der Erdoberfläche und im Orbit gibt es keine Fallgeschwindigkeit bzw. Relativgeschwindigkeit eines Testpartikels gegenüber dem Erdkern. Es verbleibt nur die kosmologische Expansion des Raumes. Wu X. et al. [4] konnten darum keine Expansion der Erde feststellen, weil es sich um kosmologische Expansion handelt und nicht um eine Radial- bzw. Relativgeschwindigkeit. In diesem Fall können sich zwei Beobachter auf der Erde und irgendwo im Universum als ruhend betrachten. Analog gilt dies für den Beobachter auf der Erdoberfläche und den Erdmittelpunkt. Der Erdradius verhält sich, wie die Raumstruktur es erfordert: Er expandiert mit dem Raum ohne Änderung der numerischen Werte, sofern keine anderen Faktoren wirken. Nur Dinge, welche nicht von der Gravitation dominiert sind, expandieren nicht mit dem Raum. Diese kontrahieren im Verhältnis zu gravitationsdominierten Objekten und Distanzen. Kontinente, Planetoiden <200 km und Gegenstände unserer Umgebung sind offensichtlich von elektromagnetischen Kräften dominiert, sonst wären sie Kugeln bzw. mit der Äquipotentialfläche der Erde verschmolzen. Diese Objekte kontrahieren im Verhältnis zur Größe der Erde mit der Expansionsrate des Universums. Beispielsweise kontrahiert ein Sekundenpendel gegenüber dem Erdradius mit der Hubblekonstante. Es muss darum mit gleicher Rate gegenüber der Erdrotation beschleunigt pendeln. Da man sich vor wenigen Jahrzehnten darauf geeinigt hat, dass die Atomfrequenzen und das Sekundenpendel konstant sind, wächst die Länge des Tages und die UT-Sekunde gegenüber SI-Sekunden mit der Hubblekonstanten  $3.0 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ .

Die untere Grenze der kosmologischen Expansion sollte somit nicht dort liegen, wo die Potentiale von Gravitation und Expansion übereinstimmen, sondern dort, wo elektromagnetische Potentiale eine größere Rolle spielen als die Gravitation.

Koinzidenzen der Expansionsraten sind vielleicht bei 2 Phänomenen möglich. Durch der Zahl der Beispiele ist die Wahrscheinlichkeit der zufälligen Übereinstimmung nahe Null.

### **3. Beispiele für die kosmologische Expansion auf kleinen Skalen**

#### **3.1. Expansion früher Galaxien**

Durch P. van Dokkum et al [5] wurden Galaxien untersucht, welche in 10.7 Mrd. Lichtjahren ( $z \sim 2.3$ ) Entfernung sind. Wir sehen diese Galaxien, wie diese nach 20 % des heutigen Weltalters waren. Diese Art Galaxien sind bei gleicher Masse viel kleiner und dichter als im heutigen (nahen) Universum. Die einfachste Erklärung ist, dass die Galaxien expandierten, bis sie ihre heutigen Parameter erreichten. Die lineare Größe der beobachteten Objekte beträgt nur ca. 1/5 naher Galaxien gleicher Masse. Das entspricht  $5^3 = 125$ -facher Dichte. Im nahen Universum kommen derartige Galaxien nicht vor. Eine andere Erklärung als Expansion scheint nicht möglich. Berechnungen durch V. Müller [6] ergeben eine erforderliche Expansionsrate von  $2.37 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ . Dieser Wert stimmt mit der Expansionsrate des Universums überein. Untersuchungen von P. Oesch [7] ergeben für noch entferntere Galaxien ähnliche Expansionsraten und stützen diese Annahme. Eine kosmologische Expansion dieser Galaxien verletzt die durch die Standardtheorie postulierte untere Grenze. Diese Grenzverletzung ist auch für die Distanz Erdzentrum – Erdoberfläche möglich.

#### **3.2. Rotation von Galaxien und Galaxiengruppen**

Die Orbitalgeschwindigkeiten von Objekten in Galaxien bleiben entgegen dem 3. Keplerschen Gesetz mit wachsender Distanz vom Zentrum annähernd konstant (Sofue, Y. and Rubin, V. [8]). Die Standardtheorie erklärt diesen Kurvenverlauf wie folgt: In den Außenbereichen der Galaxien befindet sich ein hoher Anteil „Dunkler Materie“. Von einigen Autoren wird eine Modifikation der Newtonschen Dynamik bevorzugt (z.B. MOND). Dunkle Materie ist dabei nicht erforderlich. Beide Verfahrensweisen werden hier nicht genutzt. Wir nehmen folgende Voraussetzungen an:

1. Es existiert kosmologische Expansion in kleinen Bereichen.

2. Das Kosmologische Prinzip ist insofern gewahrt, als sich Beobachter und Objekt im Universum als ruhend betrachten dürfen (Pekuliargeschwindigkeit vernachlässigt). Die kosmologische Expansion ist keine Relativgeschwindigkeit im Sinn der SRT.

Entsprechend Voraussetzung 1. entfernen sich die Orbitalbahnen von den galaktischen Zentren infolge kosmologischer Expansion. Entsprechend 2. expandiert der Raum – nicht die numerische Distanz - zwischen galaktischem Zentrum und orbitierendem Objekt.

Eine Relativ- bzw. Radialgeschwindigkeit liegt nicht vor, aber die Einheiten der Abszisse in Abbildung 2 unterliegen der kosmologischen Expansion und wandern nach rechts. Orbitierende Objekte wandern in Figur 2 mit nach rechts. Sie wandern nicht in dezentraler liegende Gebiete ihrer Galaxis. (Diese Gebiete wandern ebenfalls nach außen!) Bei numerisch konstanter Entfernung bleibt die Orbitalgeschwindigkeit konstant. Die Orbitalgeschwindigkeit fällt während der Expansion nicht ab, weil die Expansion keine numerische Veränderung der Distanz ist. Der scheinbar beobachtete Widerspruch zu Kepler ist nicht vorhanden. Dunkle

Materie ist nicht erforderlich.

In Galaxiengruppen sind Orbitalradien und Umlaufzeiten im Allgemeinen größer, was die Verhaltensweise verdeutlicht.

Solange "Dunkle Materie" nicht nachweisbar ist, sollte man annehmen, daß Galaxien entgegen der Standardtheorie wie in Abschnitt 3.1. der kosmologischen Expansion unterliegen.

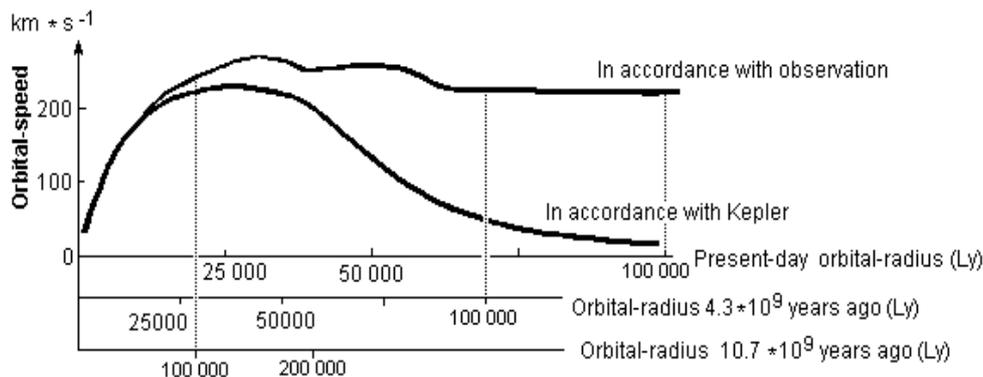


Abb 2 : Die Abszissenwerte unterliegen einer Drift von der Größe der kosmologischen Expansionsrate. Ein Objekt in 30 kpc (~100 000 Ly) Distanz vom Zentrum hat heute annähernd die gleiche Orbitalgeschwindigkeit wie vor  $4.3 \cdot 10^9$  a oder  $10.7 \cdot 10^9$  a, weil sich der numerische Orbitalradius nicht ändert (Störkräfte vernachlässigt). Keplers Gesetz wird auch ohne Dark Matter nicht verletzt, weil der numerische Orbitalradius konstant ist.

### 3.3. Entwicklungseffekte im frühen Universum

Bei der Untersuchung von entfernten Supernovae (SN Ia) durch Riess A. et al. [20] und Perlmutter S. et al. [21] wurde bemerkt, dass bei diesen scheinbar eine geringere absolute Helligkeit vorhanden ist als bei nahen Ereignissen diesen Typs. Dies ist sehr unwahrscheinlich. Bei Gültigkeit des Entfernungsmoduls sollte deswegen die Distanz größer sein, als sich aus dem Hubbleparameter ergibt. Dieser musste früher also kleiner sein. Ein wachsender Hubbleparameter führt zu beschleunigter kosmologischer Expansion und Dunkler Energie.

Der Autor geht von folgendem Szenario aus: Eine SN Ia wird in Distanz  $z = 2.3$  ( $\cong 10.7 \cdot 10^9$  Ly) beobachtet. Die Emission erfolgte nach ca. 20 % des heutigen Weltalters. Wenn die Einheiten von Zeit und Raum im gravitationsdominierten Raum expandieren, dann hat der Skalenwert damals ebenfalls 20 % der heutigen Einheiten betragen. Man beachte auch Abschnitt 3.1. Entsprechend (2) erhält man eine Lichtlaufzeit von  $32.1 \cdot 10^9$  Jahren.

$$\Sigma = 0,5n (x_1 + x_n) \quad (2)$$

( $\Sigma$  = Korrigierte Lichtlaufzeit,  $n = 10.7 \cdot 10^9$  = Anzahl der Ausgangseinheiten,  $x_1 = 1$  = Skalierungsfaktor der ersten Einheit nach Emission,  $x_n = 5$  = Skalierungsfaktor der heutigen Beobachtung).

Das ist der 3-fache Wert der konventionellen, numerischen Distanz (Proper Distanz). Da die errechnete Distanz signifikant größer ist und die scheinbare Helligkeit konstant blieb, sollte im Entfernungsmodul die absolute Helligkeit variabel sein. Die Standardkosmologie nimmt einen wachsenden Hubbleparameter an. Der Autor geht davon aus, dass der Faktor (m – M) konstant ist und der Skalierungsfaktor der Distanz variabel ist ( $x_1 = 1$ ;  $x_n = 5$ ). Infolge des variablen Skalierungsfaktors der Zeitskala ist eine konstante Hubblezahl möglich und Dunkle Energie nicht erforderlich.

Es sollte beachtet werden: Die anfänglichen Einheiten waren infolge Expansion kürzer als heutige Einheiten. Die Lichtgeschwindigkeit ist numerisch konstant. Diese hatte im Beispiel somit 20 % des heutigen Skalenwertes. Das Licht brauchte für die Durchquerung der 5-mal kleineren Galaxien die gleiche Zeit wie heute. Galaxienradius und Distanz bleiben also numerisch trotz Expansion konstant. Die Relation Masse / Radius bleibt ebenso konstant wie die numerische Distanz bei  $32.1 \cdot 10^9$  Lichtjahren. Das entspricht  $10.7 \cdot 10^9$  Ly des gegenwärtigen Skalenwertes.

Bei Beachtung der kosmologischen Expansion räumlicher und zeitlicher Einheiten bleiben alle numerischen Werte gravitativ dominierter Objekte konstant. „Dunkle“ Parameter, welche diese Werte ändern, sind nicht dunkel, sondern nicht vorhanden. Unseres Erachtens ist die Erkenntnis, dass die Entfernung weit entfernter Supernovae größer ist als erwartet, nicht auf einen wachsenden Hubbleparameter und „Dunkle Energie“ zurückzuführen. Es ist nur ein Nachweis von mehreren, dass der Skalierungsfaktor in der Vergangenheit kleiner war und mit ihm die SI-basierten zeitlichen und räumlichen Maßeinheiten. Das gilt analog z.B. für die

Erde: Nach 2/3 des Weltalters (vor  $4.2 \cdot 10^9$  Jahren) war der Erdradius 2/3 des heutigen Erdradius (Abschnitt 3.7.). Numerisch waren Erdradius, Dichte und Rotationsperiode jedoch konstant. (Für die UT-Skala gilt der gleiche Skalierungsfaktor!). Analog gilt das für Radius, Dichte, Rotationsperiode und Distanz der Galaxien aus Abschnitt 3.1. sowie andere Objekte.

Die Anzahldichte von Quasaren soll durch P. Schneider [22] bei  $z \sim 2 - 4$  mehr als 100mal größer als heute sein. Bei annähernd gleichem  $z$ -Wert erhält man annähernd gleiche Dichtewerte wie in Abschnitt 3.1.. Als Ursache sieht man offensichtlich eine rapide Entwicklung im frühen Universum. In unserem Beitrag wird kosmologische Expansion im Sinn der Expansion von räumlichen und zeitlichen Einheiten angenommen. Diese Art Expansion ist Voraussetzung für die Anwendung der Relation (2). Durch Anwendung von (2) entfallen Probleme mit der Bildungszeit der alten metallreichen Objekte im frühen Universum. Dies gilt auch für älteste Kugelsternhaufen. Für die Bildung sehr großer Strukturen im Universum ist der Zeitraum ausreichend. Die Anwendung von (2) ermöglicht die Bildung sehr großer Strukturen ohne die Hypothese der frühen kosmischen Inflation.

Hinsichtlich der Dichte von Starbursts in Distanzen  $> z \sim 1$  sind ähnlich große Werte beobachtet worden wie bei der Anzahldichte von Quasaren. Dazu gibt es umfangreiche Literatur z B [23], [24].

Innerhalb der Galaxien, also in gravitativ gebundenen Systemen, sollte die kosmologische Expansion nach Annahme der Standardkosmologie nicht existent sein. Wenn Dunkle Materie existiert, werden die gravitativen Bindungsradien mehrfach größer. Gibt es dann überhaupt noch Bereiche, in denen kosmologische Expansion stattfindet?

### 3.4. Die Pioneeranomalie

Die Sonden Pioneer 10 und Pioneer 11 wurden in 1972 und 1973 gestartet. Beide Sonden erfuhren eine anomale Beschleunigung zum Zentrum unseres Sonnensystemes. Diese Beschleunigung wurde von Anderson J. D. et al [9] in Überschuss zur Standard-Theorie mit  $8.74 \pm 1.33 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}^2$  kalkuliert. Für Ulysses und die Voyager-Sonden fand man ähnliche Anomalien.

Wird die anomale Beschleunigung durch die Lichtgeschwindigkeit dividiert, so erhalten wir einen Wert gleich dem Hubble-Parameter:  $\alpha = 8,74 \cdot 10^{-8} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2} / 299,792 \cdot 10^8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1} = 2,92 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ . Ein Phänomen der gleichen Größenordnung wie die kosmologische Expansion wirkt auf Raum-Sonden in Entfernungsskalen unseres Sonnensystems. Das Phänomen äußert sich jedoch als Blauverschiebung bzw. fehlende Rotverschiebung der Radiosignale. Der kosmologischen Expansion entsprechend erwartet man Rotverschiebung. Die Übereinstimmung der Größe von Pioneeranomalie und Hubblekonstante in 18 Größenordnungen gilt jedoch als gesichert, auch wenn die Ursache eine Andere ist.

Hier wird angenommen, daß der Raum und seine Maßeinheiten auch im Sonnensystem expandieren. In der Vergangenheit waren die räumlichen Maße durch die Expansion des Raumes kleiner. Bei konstanter Lichtgeschwindigkeit war also auch das zeitliche Maß kleiner (Sekunde war kürzer). Nach 20 % des Weltalters betragen die Längen der Sekunde, des Lichtjahres und des Kilometers 20 % der heutigen Längen (Abschnitt 3.1.). Nach 90 % des Weltalters betragen der Erdradius, die Mondndistanz und die Länge des Kilometers ebenfalls 90 % des heutigen Wertes. Das waren numerisch ca. 6371 km bzw. 384000 km, deren Länge jeweils 90 % des heutigen Wertes betragen hat (Analog Abb.1).

Wir nehmen an, eine Raumsonde startete vor 20 Jahren. Sie legte in dieser Zeit ca.  $3 \cdot 10^9$  km zurück. Entsprechend der kosmologischen Expansion waren die ersten zurückgelegten räumlichen und zeitlichen Einheiten kleiner als die letzten Einheiten dieses Zeitraumes. Vor 20 Jahren waren  $1 - 20 / 13,7 \cdot 10^9 = 1 - 1,459854 \cdot 10^{-9} = 0,99999999854$  des heutigen Weltalters vergangen. Die durchschnittliche Länge der Einheiten der vergangenen 20 Jahre beträgt

$$\Sigma = 0,5n (x_1 + x_n) \tag{2}$$

$$= 0,5 \cdot 1 (0,99999999854 + 1) = 0,99999999270.$$

( $n$ = Normdistanz,  $x_1$ =Größe des anfänglichen Skalenfaktors,  $x_n$ =Größe des rezenten Skalenfaktors).

Zur Ermittlung der zurückgelegten Distanz ist der Wert  $3 \cdot 10^9$  km mit diesem Faktor zu multiplizieren. Man erhält 2 999 999 997,81 km. In den vergangenen 20 Jahren wurden somit -2,19 km weniger zurückgelegt als vorausgesetzt. Damit ist hier  $\Sigma < n$ . Die zurückgelegte Gesamtstrecke war also kürzer als bei konstanten räumlichen Einheiten. Ein Raumfahrzeug, das vor ~20 Jahren startete, legte in den früher kürzeren Sekunden auch kürzere Meter zurück. Das entspricht einer Abbremsung und somit Blauverschiebung. Im Gegensatz dazu nimmt die Standardtheorie an, dass im Sonnensystem keine Änderung des Skalenfaktors erfolgte ( $\Sigma = n$ ). Nach Beginn der Mission wurden korrekte Bahnparameter der Sonde festgestellt. Nach geraumer Zeit findet man, dass nur 0,999 999 999 08 der Normdistanz zurückgelegt ist. Genau dies beobachtete man bei den Pioneersonden 10 und 11.

Angemerkt sei, dass die hier kalkulierte Differenz  $n - \Sigma$  eine Folge der kosmologischen Expansion innerhalb des Sonnensystems ist.

Setzt man mit der Standardtheorie voraus, daß im Sonnensystem die Hubblekonstante annähernd Null ist,

so musste zur Newtonschen Verzögerung in der Bahn eine zusätzliche Verzögerung erfolgt sein. Hier erfolgt die zwanglose Erklärung der zufälligen Übereinstimmung in 18 (!) Größenordnungen.

### 3.5. Marsrotation

Es wird allgemein angenommen, dass die Rotation der Erde durch Gezeitenreibung wegen ihres großen Mondes verzögert wird. Wenn die Gezeitenreibung die Rotation der Erde verzögert, ist diese Verzögerung erdspezifisch. Mars hat nur zwei sehr kleine Monde. Die Wirkung der Gezeitenreibung auf die Verzögerungsrate ist dort zu vernachlässigen. Aber wenn die Rotationsverzögerung der Erde von der kosmischen Expansion verursacht ist, gilt dies auch für den Mars. Wenn beide Planeten die gleiche Verzögerungsrate haben, dann wäre die wahrscheinlichste Ursache kosmologisch. Nach unbestätigten Äußerungen wurde inzwischen eine gemeinsame Änderung der Tageslängen von Erde und Mars festgestellt [19].

### 3.6. Expansion des Mondorbits

Mit LLR-Technik wurde durch O. J. Dickey et. al. [10] eine Expansion des Mondorbits von gegenwärtig ca.  $3,82 \pm 0,07$  cm/Jahr gemessen. Dieser Betrag ergibt für den Mondorbit eine Expansionsrate  $\alpha$ :

$$\alpha = \Delta r (r * t)^{-1} \quad (3)$$

$$\alpha = 3,82 \text{ cm} * (3,844 * 10^{10} \text{ cm} * 31,56 * 10^6 \text{ s})^{-1} = 3,148 \pm 0,058 * 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

( $\alpha$  = Expansionsrate,  $\Delta r$  = Expansionsfaktor (3,82 cm),  $r$  = Distanz ( $3,844 * 10^{10}$  cm),  $t$  = Zeitraum ( $1a = 31,56 * 10^6$  s))

Die Expansionsrate der Mondbahn ist annähernd von der Größe der Expansionsrate des Universums. Der Wert weicht leicht nach oben ab. Die Abweichung kann durch Gezeitenreibung verursacht sein. Das Gravitationsfeld von Sonne und Erde kann ebenfalls Ursache der Abweichung sein.

### 3.7. Kosmologische Expansion des Erdradius

Ein Mpc beträgt ca.  $3 * 10^{19}$  km. Der Erdradius beträgt ca.  $6 * 10^3$  km. Der Erdradius ist  $5 * 10^{15}$  mal kleiner als 1 Mpc. Setzt man voraus, dass die kosmologische Expansionsgeschwindigkeit proportional zur Entfernung ist, so erhält man: Die Expansionsgeschwindigkeit des Erdradius ist  $5 * 10^{15}$  mal kleiner als 72 km/s.

Transformiert man 72 km/s nach cm/a und dividiert durch  $5 * 10^{15}$ , so ergibt sich für den Erdradius eine proportionale kosmologische Expansion von ca. 0.06 cm/a. Messungen der Rotationsverzögerung der Erde ergeben eine Tagesverlängerung von 0,0016 s/cy (Bär N.A. [11]). Die Rotationsverzögerung der Erde bewirkt, dass die mittlere Sonne in 100 Jahren um 29.2208 Zeitsekunden gegenüber der berechneten nachgeht. Unter Beachtung der Länge des Julianischen Jahrhunderts von ca.  $31,56 * 10^8$  Sekunden kann die rezente Verzögerungsrate der Erdrotation bestimmt werden: Die Verzögerungsrate ergibt sich zu  $\langle = 29,2208 * T^2 = 29,2208 (1 / 31,56 * 10^8)^2 = 2,93 * 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ .

Dieser Wert ist wiederum annähernd die Expansionsrate des Universums (Hubblekonstante), (Siehe Tabelle 1).

Mit Umstellung der Relation (3) zu (4) erhält man für die Expansion der Erde den Wert 0.06 cm/a.

$$\Delta r = \alpha * r * t \quad (4)$$

( $\Delta r$  = Expansionsfaktor,  $\alpha$  = Expansionsrate ( $2,93 * 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ ),  $r$  = Erdradius ( $6371 * 10^5$  cm),  $t$  = Zeitraum ( $1a = 31,56 * 10^6$  s))

Die Expansionsgeschwindigkeit kann bei konstanter Masse auch berechnet werden, wenn die Rotationsverzögerung bekannt ist. Bei Gültigkeit des Trägheitsmomentes lässt sich die Größe der Erdexpansion auch mit dem Drallsatz berechnen (Pirouetteneffekt):

$$\Delta r = r [(1 + \Delta t / t)^{0.5} - 1] \quad (5)$$

( $\Delta r$  = Radiusdifferenz,  $r$  = Erdradius (cm),  $t$  = Zeitraum (s),  $\Delta t$  = Zeitdifferenz ET-UT)

$$\Delta r = 6371 * 10^5 [ ( 1 + 0.0016 / 86400 )^{0,5} - 1 ] = 5.9 \text{ cm / cy} = 0.059 \text{ cm/a.}$$

Bei Anwendung des Pirouetteneffektes entspricht die Rotationsverzögerung der Erde in 100 Jahren einer Expansion des Erdradius von 5.9 cm (Der Wert  $\Delta t = 0.0016 / 86400$  bezieht sich auf die Verlängerung des Tages in 100 Jahren.) Die Expansion des Erdradius ist gleich dem Wert von Egyed L. (1969), Owen H. G. [12], Müller V. [13]. Die kosmologische Expansion entspricht  $0.05\text{-}0.06 \text{ cm}/(\text{a} * r_{\text{Earth}})$  (=  $72 \text{ km}/(\text{s} * \text{Mpc})$ ). Vom Autor ist darum kosmologische Expansion angenommen und Relativgeschwindigkeit wird ausgeschlossen.

Der numerische Erdradius verändert sich nur dann, wenn eine Relativgeschwindigkeit zwischen Erdzentrum und Oberfläche vorhanden ist! Eine Relativ- oder Radialgeschwindigkeit ist nach modernen Messungen von Wu X. et al. [4] nicht existent. Er versuchte, die Expansionsrate der Erde mit dem Internationalen Terrestrial Reference Frame zu bestimmen (ITRF). Dieser enthält Satelliten Laser Ranging und Very Long Baseline Interferometrie. Die Expansionsrate wird begrenzt auf weniger als  $0,2 \text{ mm / Jahr}$ . Dies ist konsistent mit der obigen Angabe ( $v_{\text{Rad}} = 0$ ). Interessanterweise erhält man dort unter Verwendung von ITRF2008 + GRACE + OMCT eine Drift bei der Bestimmung der Distanz Irdisches Massezentrum – Erdoberfläche (Erdradius). Die Größe dieser Drift beträgt  $0.05 \text{ cm/a}$ . Der Ursprung dieser Drift ist offensichtlich nicht völlig geklärt. Diese Unschärfe bzw. Drift bezieht sich auf den Zeitraum eines Jahres. In diesem Zeitraum expandiert das Universum bzw. dessen Maßeinheiten um  $3 * 10^{-18} \text{ s}^{-1} * 31.56 * 10^6 \text{ s} = 9.45 * 10^{-11}$ . Hier wird angenommen, dass diese Expansion auch für die Erde gilt. Der Erdradius wächst um  $9.45 * 10^{-11} / \text{a}$ . Dieser Bruchteil des Erdradius entspricht  $0.05 \text{ cm}$ . Gemäß Relation (3) sind  $0.05 \text{ cm}/(\text{a} * r_{\text{Earth}})$  annähernd die Größe der Hubblekonstante. Selbst wenn diese Ursprungsdrift anders verursacht sein sollte (z.B. durch Verteilung der Messstationen), stimmt sie mit dem Hubbleeffekt überein.

Wir nehmen darum an: Die Drift resultiert aus der kosmologischen Expansion. Die Abmessung der Erde bleibt trotz der Expansion numerisch konstant. Dies gilt sowohl in [4], [26], [27], [28] als auch hier.

### 3.8. Flächenverhältnis Ozeane / Kontinente

Die heutigen Kontinentalflächen, einschließlich der vorgelagerten Kontinentalschelfe betragen ca.  $177 * 10^6 \text{ km}^2$ . Gemäß Hilgenberg, Carey, Maxlow, Koziar, Vogel u.A. kann diese Fläche auf einem Globus von ca.  $3750 \text{ km}$  Radius untergebracht werden. Dabei ist eine nahezu lückenlose Abdeckung dieses Globus mit Kontinentalflächen ohne bedeutende Überlappungen und Fehlflächen erreichbar. Das kann nur als Expansion der früher kleineren Erde erklärt werden. Deren (kontinentale) Oberfläche befand sich vielleicht teilweise unter Wasser.

Setzt man in Relation (3) für  $\Delta r$  den Wert ( $6371 - 3750 =$ )  $2621 \text{ km}$ , für  $r$  den gegenwärtigen Erdradius und für  $t$  das Alter der Kontinente  $t = 4.3 * 10^9$  Jahre, so erhält man eine Expansionsrate von  $a = 3,0 * 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ . Dieses Vorgehen ergibt eine kosmologische Expansion der Erde, nicht aber der kontinentalen Flächen. Berechtigt ist diese Annahme dann, wenn die Erde durch Gravitation dominiert ist während die Kontinente durch elektromagnetische Kräfte dominiert werden und dadurch nicht an der Expansion des Raumes teilnehmen. Wie die Erde die kosmologische Expansion einhalten kann, ist zwar interessant, aber nicht relevant (Ozeanbodenausbreitung, Subduktion usw.).

### 3.9. Der innere Erdkern

Bereits die Hypothese von S. K. Runcorn [14] führte zu einer Bildung des inneren Erdkerns mit einer durchschnittlichen Wachstumsgeschwindigkeit von  $243 \text{ km/Ga}$ . Dieser Wert entspricht dem Wachstum des Radius von  $121.5 \text{ km/Ga}$ . Da der Wachstumswert pro  $1 * 10^9$  Jahre gegeben ist, wächst der innere Kern also pro Jahr  $121.5 \text{ km}/1 * 10^9 = 0.01215 \text{ cm}$ . Die "Oberfläche" des inneren Erdkerns „entfernt“ sich scheinbar pro Jahr  $0.01215 \text{ cm}$  vom Erdzentrum. Pro Sekunde ist diese Größe durch die Zahl der Sekunden im Jahr zu dividieren.  $0.01215 \text{ cm}/31.56 * 10^6 \text{ s} = 3.85 * 10^{-10} \text{ cm/s}$ . Man dividiert durch den Radius des Erdkerns und erhält die Expansionsrate:  $3.85 * 10^{-10} \text{ cm} * \text{s}^{-1} / 1270 * 10^5 \text{ cm} = 3.0 * 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ . Die Expansionsrate des inneren Erdkerns und des Universums sind annähernd gleich.

Der theoretisch ermittelte Wert Runcorns entspricht vielleicht nicht modernen Ansichten. Bemerkte sei jedoch, dass 2006 C. Denis et al [15] ähnliche Ergebnisse erhielt, was Runcorns Annahmen stützt.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Rotverschiebung in Spektren extragalaktischer Objekte ist distanzproportional. Sie entspricht nicht einer Relativgeschwindigkeit im Sinne der SRT und ist kein Beweis für eine Radialgeschwindigkeit. Nimmt man für die Rotverschiebung eine Expansion der Maßeinheiten von Raum und Zeit an, so ergeben sich einige Veränderungen im kosmologischen Bereich. Da die in Abschnitt 3 aufgeführten Phänomene in ihren Raten mit der Hubblekonstante in 18 Größenordnungen übereinstimmen, sind Koinzidenzen praktisch auszuschließen. Die untere Grenze der kosmologischen Expansion liegt offensichtlich im Grenzbereich der Dominanzen von Gravitation und Elektromagnetismus. Im SI-System expandiert alles, was von der Raumstruktur (Gravitation) dominiert ist. Erdkern, Erde, Mondorbit, Sonnensystem, Galaxien und Universum expandieren nicht in den Raum, sondern mit dem Raum. Erde und größere Bereiche sowie die Lichtgeschwindigkeit gehorchen der Struktur des Raumes. Ein für diese Expansion erforderlicher, gemeinsamer Impuls lässt sich jedoch nicht finden. Hier wird es für sinnvoll erachtet, das SI-System für gravitativ dominierte Bereiche nicht anzuwenden. Inzwischen bemerkten verschiedene Autoren die Übereinstimmung verschiedener Werte mit der Hubblekonstanten [25]. Erdkruste, Planetoiden  $< \sim 200$  km und alltägliche Gegenstände werden vom Elektromagnetismus dominiert und expandieren im SI-System nicht.

Man kann Raum-Zeit-Maße auf elektromagnetischer Basis (SI-Sekunde) oder auf Basis der Gravitation definieren (UT-Sekunde). Beide Skalen laufen nicht synchron. Die Divergenz beträgt  $\sim 2.7 (\pm 0.4) \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ . Je nachdem, welches Maßsystem für gravitativ oder elektromagnetisch dominierte Bereiche angewendet wird, erhält man unterschiedliche Meßergebnisse und zum Teil falsche Aussagen. Die Standardtheorie benutzt das SI-System für elektromagnetisch dominierte Bereiche, aber auch für gravitativ dominierte Bereiche.

Bei Anwendung der auf Gravitation basierten UT-Sekunde zur Beschreibung gravitativ dominierter Objekte und Bereiche erhält man:

- Diese Objekte haben in der UT-Skala konstante Radien, Rotationszeiten und Dichten.
- Kosmologische Radialgeschwindigkeiten entsprechen nicht der SRT und entfallen.
- Dunkle Materie zur Beschreibung der Rotation von Galaxien ist nicht erforderlich. Ebenso wenig modifizierte Newtonsche Dynamik.
- Dunkle Energie ist nicht erforderlich zur Beschreibung der Helligkeit von Supernovae.
- Der Zeitraum bis zur Bildung größter und ältester Objekte im Universum ist ausreichend und erfordert keine inflationäre Expansion.
- Das Universum ist unbegrenzt in Raum und Zeit.

Oben genannte Beispiele enthalten Daten, die geeignet sind, vorstehende Schlüsse zu begründen.

Nicht zuletzt gehört S. W. Careys Vermutung zu diesen Schlüssen: Kontinente haben ein anderes Expansionsverhalten als die Erde als Ganzes. Er vermutet für die Erdexpansion kosmologische Ursachen. Zumindest damit dürfte er Recht haben.

#### Acknowledgements

Ich danke Martin Kokus für vorbereitende Diskussion.

**Tabelle 1**

#### **Beispiele für das Auftreten der kosmologischen Expansionsrate im verbotenen Bereich**

1 Example	2 Rate	3 Possible other causes	4 References*
Expansion-rate of the universe	$2.33 \pm 0.26 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	-	[2]
Expansion of early type galaxies	$2.37 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	?	[5]
Pioneer anomaly	$2.91 \pm 0.44 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	Thermal radiation pressure	[9]
Expansion of the Moon orbit	$3.15 \pm 0.06 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	Tidal friction	[10]
Delay of the earth's rotation	$2,93 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	Tidal friction	[11]
Surface relation oceans/continents	$3.0 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	?	[6]
5-dimensional field theory	$3.6 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	Scale effect	[16]
Polar diameter of Earth	$2.5 \pm 0,95 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	Post glacial uplift	[17]
Inner earth's core	$3.0 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	Growth by phase-conversion	[14]
Origin drift CM ITRF 2008		$2.5 \pm 1.0 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$	?

[4]

\* In Spalte 2 enthaltene Werte sind durch den Autor kalkuliert. Berechnungsbasis sind Informationen aus Spalte 4.

## References

- [1] Wikipedia [Online] Metric expansion of space [http://en.wikipedia.org/wiki/Metric\\_expansion\\_of\\_space](http://en.wikipedia.org/wiki/Metric_expansion_of_space) (accessed Feb.12,2014)
- [2] W. L. Freedman, B. F. Madore, B. Gibson, L. Ferrarese, D. D. Kelson, S. Sakai, J. R. Mould, R. C. Jr. Kennicutt, H. C. Ford, J. Graham, J., Huchra, S., Hughes, G., D., Illingworth, L., Macri, P., B., Stetson, „Final Results from the Hubble Space Telescope Key Project to Measure the Hubble Constant“. *Astrophysical Journal*. Band 553 (2001) p. 47
- [3] A. Einstein and E. G. Straus, „The Influence of the Expansion of Space on the Gravitation Fields Surrounding the Individual Stars“, *Rev. Mod. Phys.* 17(1945), 120-124
- [4] Wu, X.; X. Collilieux, Z. Altamimi, B. L. A. Vermeersen, R. S. Gross, I. Fukumori, „Accuracy of the International Terrestrial Reference Frame origin and Earth expansion“, *Geophysical Research Letters*, v 38, (2011) L13304. 5 PP
- [5] P. V. Dokkum, M. Franx, M. Kriek M, B. Holden, G. Illingworth, D. Magee, R. Bouwens, D. Marchesini, R. Quadri, G. Rudnick, E. Taylor and S. Toft. (2008), „Confirmation of the remarkable compactness of massive quiescent galaxies at  $z \sim 2.3$ “. *Astrophysical Journal*, 677: L5-L8 (2008).
- [6] V. Müller "The Cosmological Expansion of Small Regions and of the Earth" in : G. Scalera: Selected Contributions to the Interdisciplinary Workshop THE EARTH EXPANSION EVIDENCE, Aracne editrice S.r.l. Roma (2012) pp 227-232
- [7] P. A. Oesch; R. J. Bouwens; C. M. Carollo; G. D. Illingworth; M. Trenti; M. Stiavelli; D. Magee; I. Labbanx. „Structure and morphologies of  $z \sim 7-8$  galaxies from ultra-deep WFC3/IR imaging of the Hubble ultra-deep field“; *The Astrophysical Journal Letters* 709 (2010) L21- L25
- [8] Y. Sofue and V. Rubin „Rotation curves of spiral galaxies“ *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* 2001. 39: 137-174
- [9] J. D. Anderson, P. A. Laing, E. L. Lau, A. S. Liu, M. M. Nieto, S. G. Turyshev. [Online], „Study of the anomalous acceleration of Pioneer 10 and 11“. (Dated: 11 April 2002) [http://www.arXiv.org/PS\\_cache/gr-qc/pdf/0104/0104064v5.pdf](http://www.arXiv.org/PS_cache/gr-qc/pdf/0104/0104064v5.pdf) (accessed Feb 12, 2014)
- [10] J. O. Dickey, P. L. Bender, J. E. Faller, X. X. Newhall, R. L. Ricklefs, J. G. Ries, P. J. Shelus, C. Veillet, A. L. Whipple, J. R. Wiant, J. G. Williams, C. F. Yoder. „Lunar laser ranging: A continuing legacy of the Apollo program“. *Science*, 265, (1994) pp 482
- [11] N. A. Bär [Online] „Die Akzeleration“, (Dated: Apr 11, 2013) <http://www.nabkal.de/akzel.html> (accessed Feb 12, 2014)
- [12] H. G. Owen, „The Earth is expanding and we don't know why“, *New Scientist*. 22, (1983), p27-29.
- [13] V. Müller, „Does cosmological expansion exist in smaller scale?“ *NCGT Newsletter* No. 50 (2009),
- [14] S. K. Runcorn, "Towards a theory of continental drift." *Nature*, 193, 311–314 ( 1962). "Convection currents in the Earth's mantle." *Nature*, 195, 1248–1249 (1962).
- [15] C. Denis, K. R. Rybicki and P. Varga, "Secular changes of LOD associated with a growth of the inner core", *Astron. Nachr.* 327, No.4, p 309-313 (2006)
- [16] E. Schmutzer, „ Approximate global treatment of the expansion of the cosmic objects induced by the cosmological expansion“, *Astron. Nachr.*, 321, p. 227 -233. (2000)
- [17] H. Ruder, M. Schneider, M. Soffel, „Geodäsie und Physik“, *Physikalische Blätter* Nr 46(1990, No.2, S.41-46
- [18] I. D. Karachentsev and O. G. Nasonova, [Online] „The observed infall of galaxies towards the Virgo cluster“, (Dated: February 9, 2010) <http://mnras.oxfordjournals.org/content/405/2/1075.full> (accessed June 25, 2014)

- [19] P. Christensen [Online] Ask Dr C. <http://beamartian.jpl.nasa.gov/townhall/question/350/is-mars-rotation-slowng-akin-to-earth-s-rotational-slowng-could-such-a-feature-indicate-mars-having-a-molten-core> (accessed Jul 5. .2014)
- [20] Riess A. et al.(1998) „OBSERVATIONAL EVIDENCE FROM SUPERNOVAE FOR AN ACCELERATING UNIVERSE AND A COSMOLOGICAL CONSTANT“ AJ 116:1009-1038
- [21] Perlmutter, S. et al.(1998) [Online] „MEASUREMENTS OF  $\Omega$  AND  $\Lambda$  FROM 42 HIGH-REDSHIFT SUPERNOVAE“ <http://arXiv.org/abs/astro-ph/9812133v1> (accessed Feb 04,2015)
- [22] Schneider P. [Online] „Überblick Kosmologie“ [http://www.astro.uni-bonn.de/~peter/cosmo\\_short.pdf](http://www.astro.uni-bonn.de/~peter/cosmo_short.pdf) (accessed Feb 04,2015)
- [23] van der Wel A., [Online] „Extreme emission line galaxies in candels: Broad-band selected, star-bursting dwarf galaxies at  $z>1$ “ [http://www.spacetelescope.org/static/archives/releases/science\\_papers/heic1117.pdf](http://www.spacetelescope.org/static/archives/releases/science_papers/heic1117.pdf) (accessed Feb 04,2015)
- [24] Hubblesite News Release Archive, [Online] News Release Nummer: STScI-1996-37 (Villard R. and Madau P.) <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1996/37/> (accessed Feb 04,2015)
- [25] Ellman R. [Online] „On Five Independent Phenomena Sharing a Common Cause“ <http://www.the-origin.org/FivePhenomenaCommonCause.pdf> (accessed Feb 04 2015)
- [26] Sarti, P. „The consistency between local and space geodetic observations“ in: G. Scalera: Selected Contributions to the Interdisciplinary Workshop THE EARTH EXPANSION EVIDENCE, Aracne editrice S.r.l. Roma (2012) pp 377-388,
- [27] Shen Wenbin, Shen Ziyu, Sun Rong, Barkin Yuri, „Evidences of the expanding Earth from space-geodetic data over solid land and sea level rise in recent two decades“, Geodesy and Geodynamics 06/2015;37.
- [28] Xu C. und Sun W., „Earthquake-origin expansion of the Earth inferred from a spherical-Earth elastic dislocation theory“, Geophysical Journal International, Volume 199, Issue 3 Pp. 1655
- [29] Carrera M. and Giulini D. „On the influence of the global cosmological expansion on the local dynamics in the Solar System“ <http://arxiv.org/pdf/gr-qc/0602098v2.pdf> (accessed Feb 26 2016)