Units and Constants:

About their Coherency and cosmological Consequences

Helmut Söllinger

Vienna/Austria, March 2024

Abstract:

By his paper "Units and Reality" (see [1]) the author has shown, that the transformation of the fundamental physical constants c, h, G, e^2/k_c into systems of units, which differ from the International System of Units (SI), is a powerful tool to uncover correlations - being searched for a long time – between the important dimensionless constants $137.036 = \frac{2\epsilon_0 ch}{e^2}$ and $1836.15 = \frac{m_p}{m_e}$ on the one hand and the numeric values of the constants with dimensions on the other hand.

The author discovered amongst others the following examples of fascinating numeric value correlations: $|c| \approx \frac{(2\pi/\alpha)^4}{m_p/m_e}$, $|h| \approx \frac{(m_p/m_e)^6}{(2\pi/\alpha)^{18}}$, $|G| \approx \frac{2\pi/\alpha}{(m_p/m_e)^4}$, $\left|\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right| \approx \frac{(m_p/m_e)^5}{(2\pi/\alpha)^{15}}$.

These numeric value correlations become exact equations if one transfers the physical constants c, h, G, e^2/k_c into a system with a length unit of 1.0128 m, a time unit of 1.0112 s and a mass unit of 1.1531 kg.

During the last years the author consequently continued his previous investigations and discovered a new numeric correlation between the Hubble radius and the number 1836.15: $|R| \approx (m_p/m_e)^8$.

The numeric correlations in combination with the equation $m_e{}^3 * m_p{}^3 = [\frac{e^2 h}{4\pi\epsilon_0 cGR}]^2$, which the author found 2012 through systematic numerical investigations (see [2] and [3]) lead to a new cosmological model which is based only on powers of

$\frac{2\pi}{\alpha} = \frac{4\pi\epsilon_0 ch}{e^2} = \frac{2\pi * 137{,}036}{1} = 861{,}023$ and $\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$.

An English version of this paper will be provided.

$|R| \approx (m_p/m_e)^8 \qquad 1m \sim R^{29/48} \qquad 1s \sim R^{35/48} \qquad 1kg \sim R^{13/48}$

$|c(R)| = const. \qquad |h(R)| = const.$

$|G(R)|_{m^3/kgs^2} / |G(R_0)|_{m_0^3/kg_0 s_0^2} = (R_0/R)^{7/12}$

$|e^2/4\pi\epsilon_0\,(R)| = const. \qquad |m_e(R)| = const.$

$\alpha \approx \sqrt{2}/2\pi^4 = 1/137{,}757 \qquad m_x{}^3 = \alpha/2\pi * (h^2/GR)$

Introduction:

As already investigated systematically in the author's previous work "The Code of Nature", the values of the electron mass and the proton mass (m_e and m_p) can be represented in a convincing manner by five physical constants plus a time-varying parameter. The five constants are the elementary electric charge e, the vacuum electric permittivity ϵ_o, the Planck constant h, the speed of light c and the gravitational constant G (see [2] and [3]). As a time-varying parameter, either the Hubble radius R or the Hubble constant H can be used. The straightforwardness and simplicity of the relation as found by the author in 2012 speak for themselves:

$$m_x{}^6 = m_e{}^3 * m_p{}^3 = [\,\frac{e^2 h}{4\pi\epsilon_o cGR}\,]^2 = [\,\frac{e^2 Hh}{4\pi\epsilon_o c^2 G}\,]^2 \qquad \text{or}$$

$$m_x{}^3 = \frac{e^2 h}{4\pi\epsilon_o cGR} = \frac{\alpha}{2\pi} * \frac{h^2}{GR} = \frac{1}{861{,}023} * \frac{h^2}{GR} \qquad (1)$$

In the past few years it was the author's intention to derive and interpret this relation systematically.

Abkürzungen:

Lichtgeschwindigkeit $c = 2{,}9979 * 10^8\ \frac{m}{s}$

Gravitationskonstante $G = 6{,}6743 * 10^{-11}\,\frac{m^3}{kgs^2}$

Plancksches Wirkungsquantum $h = 6{,}6261 * 10^{-34}\ \frac{kgm^2}{s}$

Masse des Elektrons $m_e = 9{,}1094 * 10^{-31}$ kg

Masse des Protons $m_p = 1{,}6726 * 10^{-27}$ kg

Masse $m_x = [\ m_e * m_p\ ]^{1/2} = 3{,}9034 * 10^{-29}$ kg

Elementarladung $e = 1{,}6022 * 10^{-19}$ As

Coulomb-Konstante $k_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8{,}9876 * 10^9\ \frac{kgm^3}{A^2 s^4}$

Hubble-Konstante $H = 2{,}3337 * 10^{-18}\ \frac{1}{s}$

Hubble-Radius $R = \frac{c}{H} = 1{,}2846 * 10^{26}$ m

Feinstrukturkonstante $\alpha = \frac{e^2}{2\epsilon_0 ch} = \frac{1}{137{,}036}$

$\frac{2\pi}{\alpha} = \frac{4\pi\epsilon_o ch}{e^2} = \frac{2\pi * 137{,}036}{1} = 861{,}023$

$\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$

Definitionen:

Wird im Rahmen dieser Arbeit eine Naturkonstante oder eine andere Größe zwischen zwei senkrechten Strichen gesetzt, so ist gemeint, dass der pure Zahlenwert dieser Größe ohne ihre Maßeinheit einer anderen Größe entspricht.

Beispielsweise entspricht der Zahlenwert der Lichtgeschwindigkeit (ermittelt in m/s) in etwa dem dimensionslosen Term $\frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}}$: $\quad |c| \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}} = 2{,}993 * 10^8$.

Soll zudem mitgeteilt werden, in welchem Maßsystem der betreffende Zahlenwert ermittelt wurde, dann wird der rechte senkrechte Strich noch mit einem entsprechenden Index versehen:

$$|c|_{\frac{m}{s}} \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}}$$

Untersuchung:

Ausgangspunkt unserer Untersuchung sollen folgende numerische Korrelationen sein:

$$|c| \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}} = 2{,}993 * 10^8 \qquad (2)$$

$$|h| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^6}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{18}} = 5{,}665 * 10^{-34} \qquad (3)$$

$$|G| \approx \frac{\frac{2\pi}{\alpha}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^4} = 7{,}575 * 10^{-1} \qquad (4)$$

$$\left|\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^5}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{15}} = 1{,}969 * 10^{-2} \qquad (5)$$

$$|R| \approx \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8 = 1{,}292 * 10^{26} \qquad (6)$$

Mit der Längeneinheit l_x = 1,0128 m, der Zeiteinheit t_y = 1.0112 s und der Masseneinheit m_z = 1.1531 kg werden die Korrelationen (2) bis (5) zu exakten Gleichungen:

$$c = 2{,}9979 * 10^8 \ \frac{m}{s} = 2{,}9979 * 10^8 * \frac{l_x * 1{,}0112}{1{,}0128 * t_y} = 2{,}993 * 10^8 \frac{l_x}{t_y}; \ |c|_{\frac{1{,}0128m}{1{,}0112s}} = \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}} = 2{,}993 * 10^8$$

$$h = 6{,}6261 * 10^{-34} \ \frac{kgm^2}{s} = 6{,}6261 * 10^{-34} * \frac{m_z * {l_x}^2 * 1{,}0112}{1{,}1531 * 1{,}0128^2 * t_y} = 5{,}665 * 10^{-34} \ \frac{m_z {l_x}^2}{t_y}$$

$$G = 6{,}6743 * 10^{-11} \frac{m^3}{kgs^2} = 6{,}6743 * 10^{-11} * \frac{1{,}1531 * {l_x}^3 * 1{,}0112^2}{m_z * 1{,}0128^3 * {t_y}^2} = 7{,}575 * 10^{-11} * \frac{{l_x}^3}{m_z {t_y}^2}$$

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = 2{,}307 * 10^{-28} \ \frac{kgm^3}{s^2} = 2{,}307 * 10^{-28} * \frac{m_z * {l_x}^3 * 1{,}0112^2}{1{,}1531 * 1{,}0128^3 * {t_y}^2} = 1{,}969 * 10^{-28} * \frac{m_z {l_x}^3}{{t_y}^2}$$

Die Tatsache, dass sich die Zahlenwerte der Kostanten c, h, G, $e^2/4\pi\epsilon_0$ im Einheitensystem l_x = 1,0128 m, t_y = 1.0112 s und m_z = 1.1531 kg in ganzzahligen Potenzen von $\frac{2\pi}{\alpha} = 861{,}023$ und $\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$ darstellen lassen, ist mehr als verblüffend und rätselhaft und ein sehr starkes Indiz dafür, dass es einen numerischen Zusammenhang zwischen den physikalischen Konstanten geben muss.

Zumindest als ein wesentlicher Teil eines solchen Zusammenhangs kann die Formel (1) gesehen werden. Wir müssen uns also nicht mit der Ansicht zufrieden geben, dass die Naturkonstanten im Rahmen des Urknalls zufällige Werte angenommen hätten. Im Gegenteil: Im Universum scheint es eine Menge verborgener innerer Verknüpfungen zu geben, die es Schritt für Schritt zu entschlüsseln gilt.

Ein wichtiges Werkzeug dazu könnte die Entdeckung sein, dass der Zahlenwert des Hubble-Radius R sehr gut mit der achten Potenz von $\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$ übereinstimmt. Nimmt man diese Korrelation zwischen dem Zahlenwert des Hubble-Radius und der Zahl 1836,153 (= Verhältnis von Protonen- zu Elektronenmasse) ernst, so würde dies - da der Hubble-Radius R bekanntlich mit dem Alter des Universums zunimmt - bedeuten, dass das Verhältnis von Protonen- zu Elektronenmasse ebenfalls mit dem Alter des Universum zunimmt und proportional zur $\sqrt[8]{R}$ ist. Wenn sich R also verzehnfacht, würde m_p/m_e nur um den Faktor 1,334 zunehmen.

Dies wäre aber nur eine Konsequenz neben vielen anderen. Auch die Werte der Kostanten c, h, G und $e^2/4\pi\epsilon_o$ wären dann gemäß den Korrelationen (2) bis (5) zeitlich veränderlich. Als einzige wirkliche physikalische Konstante, für die es kein Indiz betreffend einer zeitlichen Änderung gibt, verbliebe dann nur mehr die Feinstrukturkonstante $\alpha = \frac{e^2}{2\epsilon_0 ch} = \frac{1}{137{,}036}$ bzw. der in den Korrelationen (2) bis (5) aufscheinende Term $\frac{2\pi}{\alpha} = 861{,}023$.

Bevor Sie sich jetzt innerlich sträuben, dies als reelle physikalische Möglichkeit in Betracht zu ziehen, sollten Sie bedenken, dass das eigentlich der physikalische Idealzustand wäre: Ein Maßstab bzw. eine Größe würde genügen um alle anderen Größen daran zu messen und quantitativ zu beschreiben. Ist es nicht genau das, was viele Physiker sich gewünscht haben und wovon noch immer viele träumen, wenn auch vielleicht in anderer Form als der hier vorliegenden? Aber die Natur nimmt eben kaum Rücksicht auf unsere ästhetischen Vorurteile. Auch der Autor hat sich alles einmal ganz anders vorgestellt, als er erstmals das unbekannte Land der Naturkonstanten betreten hat. Für solche Überraschungen muss jeder (Natur)-Forscher offen sein, ob Biologe, Geologe oder Kosmologe. Wer Unbekanntes scheut und davor zurückschreckt wird kaum Neues entdecken. In diesem Sinne sind Sie eingeladen sich weiter auf den für Sie unbekannten Pfad im Land der Naturkonstanten einzulassen.

Apropos Pfad: Ob der jetzt eingeschlagene Pfad mit der Feinstrukturkonstante als **der einen** grundlegenden Konstante die einzige Möglichkeit ist, das Land der Naturkonstanten zu beschreiben oder einer von mehreren Möglichkeiten, die einander äquivalent sind, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden. Vorstellbar ist beides. Zuerst aber muss erst einmal ein Pfad entdeckt werden, bevor man nach allfälligen weiteren suchen kann.

Die Idee mit der Feinstrukturkonstanten als der grundlegenden Naturkonstanten auf der Alles aufbaut, sollte außerdem insofern nicht missverstanden werden, dass diese einen für alle kosmischen Zeiten konstanten Wert annehmen muss. Sie ist nur so zu verstehen, dass es derzeit keine Hinweise gibt, dass die Feinstrukturkonstante α in der nahen kosmischen Vergangenheit einen anderen Wert hatte bzw. dass sie in naher Zukunft einen solchen annehmen werde. Es ist allerdings keinesfalls ausgeschlossen, dass sie in einer sehr frühen Phase des Universum bei den dort vermuteten hohen Energiedichten eine sogenannte "Running Coupling Constant" war, die ihren Wert mit der Expansion des Kosmos änderte, bis er sich auf den heute messbaren Wert einstellte. Die Teilchenphysiker gehen jedenfalls mehrheitlich davon aus [siehe 4].

Bevor der jetzt eingeschlagene Pfad mit der Feinstrukturkonstanten weiter verfolgt wird, soll aber noch einmal kurz die vorhandene Ausrüstung hinterfragt werden. Wir haben also vor unsere Expedition auf eine dimensionslose Konstante, also eine Zahl, die Feinstrukturkonstante aufzubauen. Dies hat gegenüber einer dimensionsbehafteten Größe als möglicher Basis, deren Wert vom gewählten Einheitensystem abhängt, den Vorteil, dass der Wert einer dimensionslosen Größe zumindest immun ist gegen eine Änderung der physikalischen Einheiten für Länge, Zeit und Masse. Wie wir nämlich noch sehen werden, wird durch die Anwendung der Korrelationen (2) bis (6) eine zeitlichen Änderung auch für die SI-Einheiten Meter, Sekunde und Kilogramm bewirkt, die allerdings mit der Änderung der Zahlenwerte der Naturkonstanten zum Teil wieder ausgeglichen wird.

Jetzt aber weiter auf dem eingeschlagenen Pfad. Dazu wenden wir die Korrelationen (2) bis (6) auf die Formel (1) an

$$\left|m_x{}^3\right| = \left|\frac{e^2h}{4\pi\epsilon_o cGR}\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^5}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{15}} * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^6}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{18}} * \frac{\frac{m_p}{m_e}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4} * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^4}{\frac{2\pi}{\alpha}} * \frac{1}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8} = \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38}} \quad ==>$$

$$\left|m_x{}^3\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38}} \text{ oder } \left|m_x\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{8/3}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}} \qquad (7)$$

Unter Berücksichtigung von $m_x = [\, m_e * m_p\,]^{\frac{1}{2}} = [\, m_e{}^2 * \frac{m_p}{m_e}]^{\frac{1}{2}} = m_e\ * (\frac{m_p}{m_e})^{\frac{1}{2}}$ folgt

$$\left|m_e\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{13/6}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}} \approx \frac{\left|R\right|^{13/48}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}} \quad (8) \qquad \text{sowie} \qquad \left|m_p\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{19/6}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}} \approx \frac{\left|R\right|^{19/48}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}} \quad (9)$$

Setzt man $\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$ und $\frac{2\pi}{\alpha} = 861{,}023$ in (8) ein, so ergibt sich:

$\left|m_e\right| \approx \frac{1836{,}153^{\frac{13}{6}}}{861{,}023^{\frac{38}{3}}} = 7{,}8514 * 10^{-31}$. Mit der bereits auf die Korrelationen (2) bis (5) angewendeten Masseneinheit m_z = 1.1531 kg wird auch die Korrelation (8) zur fast exakten Gleichung

$$m_e = 9{,}1094 * 10^{-3}\ \text{kg} = 9{,}1094 * 10^{-31}\ \frac{m_z}{1{,}1531} = 7{,}8999 * 10^{-31} m_z$$

Das Verhältnis des Wertes aus (8), $7{,}8514 * 10^{-31}$ zum exakten Wert von $7{,}8999 * 10^{-31}$ gemessen in m_z beträgt immerhin 99,39 %. Die Ungenauigkeit von 0,61 %, die sich aus der Kombination der Gleichung (1) mit den Korrelationen (2) bis (6) ergibt, kann verschiedene Ursachen haben. Da in (1) praktisch die 8 Werte der Größen m_e, m_p, e, h, ϵ_0, c, G, R (teilweise in potenzierter Form) stecken, könnte es sich um die kumulierte Ungenauigkeit dieser Werte handeln. Eine andere Möglichkeit könnte sein, dass Korrelation (6), die die atomare Größe $\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$ mit dem kosmischen Wert des Hubble-Radius R verknüpft nicht ganz exakt gilt.

Für die zweite Möglichkeit spricht, dass Korrelation (6) $\left|R\right| \sim \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8 = 1{,}292 * 10^{26}$ ergibt.
Der Wert von $R = 1{,}2846 * 10^{26}\text{m}$,der sich aus Gleichung (1) ergibt

$$R = \frac{e^2h}{4\pi\epsilon_o cGm_x{}^3} = \frac{\alpha}{2\pi} * \frac{h^2}{Gm_x{}^3} = \frac{\left(6{,}6261*10^{-34}\right)^2}{861{,}023*6{,}6743*10^{-11}*(3{,}9034*10^{-29})^3} = 1{,}2846 * 10^{26}\,,$$

beträgt 99,43 % davon.

Dass die Korrelationen (2) bis (6), welche unabhängig von der Gleichung (1) entdeckt wurden, trotzdem so gut mit (1) korrelieren, spricht sowohl für die Gleichung (1), die die Werte der Naturkonstanten miteinander verknüpft, als auch für die Korrelationen (2) bis (6), die die

Naturkonstanten praktisch auf die Werte von $\frac{2\pi}{\alpha} = 861{,}023$ und $\frac{m_p}{m_e} = 1836{,}153$ reduzieren unter der Voraussetzung, dass sie mit einem Einheitensystem gemessen werden, welches annähernd dem üblichen SI-System entspricht (l_x = 1,0128 m, t_y = 1.0112 s, m_z = 1.1531 kg). Finden Sie nicht, dass all diese numerischen Zusammenhänge gute Gründe zu einem intensiven Nachdenken über das Wesen der Natur(konstanten) sein sollten?

Wie wirkt sich die Potenzdarstellung der Naturkonstanten nun auf die SI-Maßeinheiten Meter, Sekunde und Kilogramm aus?

Dazu muss man berücksichtigen, dass die Sekunde über die Periodendauer der Strahlung, die dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids Caesium 133 entspricht, definiert ist. Es ist also zu prüfen wie der Hyperfeinübergang von der Potenzdarstellung der Naturkonstanten abhängt. Gemäß Literatur [siehe 5] ist der Hyperfeinübergang proportional zur sogenannten Spin-Bahn-Koppelungskonstante a. Die Spin-Bahn-Koppelungskonstante $a \sim \frac{e^2\mu_0\hbar^2}{8\pi {m_e}^2{r_B}^3} \sim \frac{e^2\mu_0 h^2}{32\pi^3 {m_e}^2{r_B}^3} \sim \frac{e^2h^2}{32\ {}^3\varepsilon_0 c^2 {m_e}^2 {r_B}^3}$, wobei r_B zum sogenannten Bohrscher Radius proportional ist, also $r_B \sim \frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{e^2 m_e} \sim \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi e^2 m_e}$.

Demnach ist $a \sim \frac{e^2h^2}{32\ {}^3\varepsilon_0 c^2 {m_e}^2 {r_B}^3} = \frac{8\pi^4 e^8 m_e c^2}{4^4\pi^4\varepsilon_0{}^4 c^4 h^4} = \frac{8\pi^4 m_e c^2}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}$. Daraus folgt für die Potenzdarstellung von $|a| \sim \frac{8\pi^4}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4} * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{13}{6}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{38}{3}}} * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^8}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^2} = 8\pi^4 * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{1}{6}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{26}{3}}}$. Die Frequenz ν_{hf} des Hyperfeinübergangs ist proportional zu $\frac{a}{h}$, also $|\nu_{hf}| \sim \frac{a}{h} \sim 8\pi^4 * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{1}{6}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{26}{3}}} * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{18}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^6} \sim 8\pi^4 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{28}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}}$.

$$|\nu_{hf}| \sim 8\pi^4 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{28}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} \quad \Rightarrow \quad |\nu_{hf}| \sim \frac{1}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} \sim \frac{1}{R^{\frac{35}{48}}} \qquad (10)$$

Mit der Potenzentwicklung der Hyperfeinfrequenz ν_{hf} sind wir gewappnet für die weitere Untersuchung betreffend die Abhängigkeit der SI-Einheiten Meter, Sekunde und Kilogramm.

Zuerst wollen wir die Zeiteinheit untersuchen. Dazu betrachten wir die SI-Definition der Sekunde: Eine Sekunde ist das 9 192 631 770-fache der Periodendauer der Strahlung, die dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids Caesium 133 entspricht, also

$$1s = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{hf}} \sim \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}} \sim R^{\frac{35}{48}} \qquad (11)$$

Die Dauer einer Sekunde wächst also auf Basis der Potenzdarstellung mit dem Hubble-Radius.

Als nächstes kommen wir zur Längeneinheit Meter. Die SI-Definition des Meters lautet: Ein Meter ist die Länge der Strecke, die das Licht im Vakuum während der Dauer von 1/299 792 458 Sekunden zurücklegt, also

$$1\mathrm{m} = \frac{1}{299\,792\,458} * \mathrm{c} * 1\mathrm{s} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} * \frac{\mathrm{c}}{\Delta\nu_{\mathrm{hf}}} \sim \frac{1}{\frac{\mathrm{m_p}}{\mathrm{m_e}}} * \frac{\left(\frac{\mathrm{m_p}}{\mathrm{m_e}}\right)^{\frac{35}{6}}}{1} \sim \left(\frac{\mathrm{m_p}}{\mathrm{m_e}}\right)^{\frac{29}{6}} \sim \mathrm{R}^{\frac{29}{48}} \qquad (12)$$

Auch der Meter wächst also auf Basis der Potenzdarstellung mit dem Hubble-Radius.

Schließlich wollen wir uns der Masseeinheit kg zuwenden.

Die SI-Definition des Kilogramm lautet: Ein Kilogramm ist definiert, indem für die Planck-Konstante h der Zahlenwert $6{,}626\,070\,15 * 10^{-34}\ \frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}}$ festgelegt wird, wobei der Meter und die Sekunde mittels der Lichtgeschwindigkeit und der Hyperfeinfrequenz definiert sind. Der Betrag des Planckschen Wirkungsquantums soll also im Laufe der Äonen konstant mit $6{,}626\,070\,15 * 10^{-34}$ gemessen werden. Die Forderung lautet also

$$\left|\mathrm{h(R)}\right| = \mathrm{h} = 6{,}626\,070\,15 * 10^{-34} = \mathrm{const.} \qquad (13)$$

In Worten ausgedrückt bedeutet das: Auch wenn sich die Maßeinheiten Meter, Sekunde und Kilogramm mit dem Hubble-Radius R ändern, sprich aus der Einheit $\frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}}$ die Einheit $\frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}}$ wird, soll man für h immer den Wert $6{,}626\,070\,15 * 10^{-34}$ messen. Gemäß den Korrelationen (3) und (6) $\left|\mathrm{h(R)}\right| \approx \frac{\left(\frac{\mathrm{m_p}}{\mathrm{m_e}}\right)^6}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{18}} \sim \frac{\mathrm{R}^{\frac{3}{4}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{18}}$ ändert sich andererseits das - in der zum jeweiligen Hubble-Radius R gehörenden Maßeinheit gemessene - Plancksche Wirkungsquantum mit dem Hubble-Radius R. Daraus folgt $\frac{\mathrm{h} * \frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}}}{\mathrm{h} * \frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}}} = \left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R_0}}\right)^{\frac{3}{4}}$ und mit (13) $\frac{\frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}}}{\frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}}} = \left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R_0}}\right)^{\frac{3}{4}}$ oder

$$1\,\frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}} \sim \mathrm{R}^{\frac{3}{4}} \qquad (14)$$

Die Maßeinheit $\frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}}$ des Planckschen Wirkungsquantums ist also proportional zum Hubble-Radius R, nicht aber der gemessene Wert für h, sofern man nicht den Maßstab konstant hält, wie man in den folgenden 2 Beispielen sieht:

Beispiel 1:

$$\mathrm{h(R)} = 6{,}626\,070\,15 * 10^{-34}\,\frac{\mathrm{kgm^2}}{\mathrm{s}} = 6{,}626\,070\,15 * 10^{-34} * \left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R_0}}\right)^{\frac{3}{4}} * \frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}} = \mathrm{h}' * \frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}}$$

$$\mathrm{h(R_0)} = 6{,}626\,070\,15 * 10^{-34}\,\frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}} \quad \text{folgt} \quad \frac{\mathrm{h}'\,\frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}}}{\mathrm{h}\frac{\mathrm{kg_0 m_0}^2}{\mathrm{s_0}}} = \left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R_0}}\right)^{\frac{3}{4}} \quad \text{mit}$$

$$\left|\mathrm{h}'\right|_{\frac{kg_0 m_0{}^2}{s_0}} = \left|\mathrm{h}\right|_{\frac{kg_0 m_0{}^2}{s_0}} * \left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R_0}}\right)^{\frac{3}{4}}$$

Beispiel 2:

$$\mathrm{h(R)} = 6{,}626\,070\,15 * 10^{-34}\,\frac{\mathrm{kg}\quad{}^2}{\mathrm{s}}$$

$$h(R_0) = 6{,}626\,070\,15 * 10^{-3}\ \frac{kg_0 {m_0}^2}{s_0} = \frac{6{,}626\,070\,15*10^{-34}}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{3}{4}}} * \frac{kgm^2}{s} = h'' * \frac{kgm^2}{s}$$

Folgt $\frac{h\,\frac{kgm^2}{s}}{h''\,\frac{kgm^2}{s}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{3}{4}}$ mit $\left|h''\right|_{\frac{kgm^2}{s}} = \frac{\left|h\right|_{\frac{kgm^2}{s}}}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{3}{4}}}$

Aus Gleichung (14) $1\frac{kgm^2}{s} \sim R^{\frac{3}{4}}$ kann man mit (11) $1s \sim R^{\frac{35}{48}}$, (12) $1m \sim R^{\frac{29}{48}}$, $1m^2 \sim R^{\frac{58}{48}}$ und $1\frac{m^2}{s} \sim \frac{R^{\frac{58}{48}}}{R^{\frac{35}{48}}} \sim R^{\frac{23}{48}}$ die Abhängigkeit des kg vom Hubble-Radius herausrechnen, denn

$$1kg \sim R^{\frac{3}{4}} * \frac{s}{m^2} \sim R^{\frac{36}{48}} * \frac{1}{R^{\frac{23}{48}}} \sim R^{\frac{13}{48}} \qquad (15)$$

Probe: $1\frac{kgm^2}{s} \sim R^{\frac{13}{48}} * R^{\frac{23}{48}} = R^{\frac{36}{48}} = R^{\frac{3}{4}}$

Zufolge der Definition im SI-System wächst also das Kilogramm wie auch der Meter und die Sekunde mit dem Hubble-Radius, wenn auch in unterschiedlicher Weise.

Wie sieht es mit dem im SI-System gemessenen Wert der Lichtgeschwindigkeit aus?

Mit den Gleichungen (11) und (12) ergibt sich: $1\frac{m}{s} \sim \frac{R^{\frac{29}{48}}}{R^{\frac{35}{48}}} \sim \frac{1}{R^{\frac{1}{8}}}$ (16)

Die Maßeinheit für die Geschwindigkeit nimmt also mit wachsendem Hubble-Radius ab. Laut den Korrelationen (2) und (6) $\left|c(R)\right| \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}} \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{R^{\frac{1}{8}}}$ nimmt die Lichtgeschwindigkeit gemessen in der veränderlichen Maßeinheit ($1\frac{m}{s} \sim \frac{1}{R^{\frac{1}{8}}}$) ebenfalls mit dem Hubble-Radius R ab.

$$\frac{c(R)*\frac{m}{s}}{c(R_0)*\frac{m_0}{s_0}} = \frac{1}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{8}}} \quad \Rightarrow \quad \frac{c(R)*1}{c(R_0)*\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{8}}} = \frac{1}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{8}}} \quad \Rightarrow \quad \left|c(R)\right|_{\frac{m}{s}} = \left|c(R_0)\right|_{\frac{m_0}{s_0}}$$

Gelten die Korrelationen (2) bis (6), dann wird mit den geltenden SI-Definitionen für den Meter und die Sekunde die Lichtgeschwindigkeit bei zunehmendem Hubble-Radius R (bei expandierendem Universum) als konstant bestimmt, obgleich die Maßeinheit für die Geschwindigkeit mit wachsendem Hubble-Radius abnimmt.

$$\left|c(R)\right| = c = 2{,}9979 * 10^8 = const \qquad (17)$$

Nun zum im SI-System gemessenen Zahlenwert der Gravitationskonstante!

Mit den Gleichungen (11), (12) und (15) ergibt sich:

$$1\frac{m^3}{kgs^2} \sim R^{\frac{87}{48}} * \frac{1}{R^{\frac{13}{48}}} * \frac{1}{R^{\frac{70}{48}}} \sim R^{\frac{4}{48}} \sim R^{\frac{1}{12}} \qquad (18)$$

Die Maßeinheit für die Gravitationskonstante nimmt also mit wachsendem Hubble-Radius zu. Laut den Korrelationen (4) und (6) $\left|G(R)\right| \approx \frac{\frac{2\pi}{\alpha}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^4} \approx \frac{\frac{2\pi}{\alpha}}{R^{\frac{1}{2}}}$ nimmt die Gravitationskonstante gemessen in der veränderlichen Maßeinheit ($1\,\frac{m^3}{kgs^2} \sim R^{\frac{1}{12}}$) mit dem Hubble-Radius R aber ab.

$$\frac{G(R)*\frac{m^3}{kgs^2}}{G(R_0)*\frac{{m_0}^3}{kg_0\,{s_0}^2}} = \frac{1}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad \Rightarrow \quad \frac{G(R)}{G(R_0)} * \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{12}} = \frac{1}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\left|G(R)\right|_{\frac{m^3}{kgs^2}}}{\left|G(R_0)\right|_{\frac{{m_0}^3}{kg_0\,{s_0}^2}}} = \frac{1}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{6}{12}} * \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{7}{12}}}$$

Gelten die Korrelationen (2) bis (6), dann wird mit den geltenden SI-Definitionen für den Meter, die Sekunde und das Kilogramm die Gravitationskonstante bei zunehmendem Hubble-Radius R (bei expandierendem Universum) als proportional zu $\frac{1}{R^{\frac{7}{12}}}$ abnehmend bestimmt, während die Maßeinheit für die Gravitationskonstante mit wachsendem Hubble-Radius proportional zu $R^{\frac{1}{12}}$ zunimmt.

Nun zum im SI-System gemessenen Wert des Terms $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$, der die Stärke der elektromagnetischen Kraft beschreibt!

Mit den Gleichungen (11), (12) und (15) ergibt sich:

$$1\,\frac{kgm^3}{s^2} \sim R^{\frac{13}{48}} * R^{\frac{87}{48}} * \frac{1}{R^{\frac{70}{48}}} \sim R^{\frac{5}{8}} \tag{19}$$

Die Maßeinheit für den Term $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$ nimmt also mit wachsendem Hubble-Radius zu. Laut den Korrelationen (5) und (6) $\left|\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R)\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^5}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{15}} \approx \frac{R^{\frac{5}{8}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{15}}$ nimmt der Term $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$ gemessen in der veränderlichen Maßeinheit ($1\,\frac{kgm^3}{s^2} \sim R^{\frac{5}{8}}$) auch mit dem Hubble-Radius R zu.

$$\frac{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R)*\frac{kg\,{}^3}{s^2}}{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R_0)*\frac{kg_0{m_0}^3}{{s_0}^2}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{5}{8}} \quad \Rightarrow \quad \frac{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R)}{\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R_0)} * \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{5}{8}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{5}{8}} \quad \Rightarrow \quad \left|\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R)\right|_{\frac{kgm^3}{s^2}} = \left|\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}(R_0)\right|_{\frac{kg_0{m_0}^3}{{s_0}^2}}$$

Gelten die Korrelationen (2) bis (6), dann wird mit den geltenden SI-Definitionen für den Meter, die Sekunde und das Kilogramm der Term $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$ bei zunehmendem Hubble-Radius R (bei expandierendem Universum) als konstant bestimmt, obgleich die Maßeinheit für den Term mit wachsendem Hubble-Radius proportional zu $R^{\frac{5}{8}}$ zunimmt. Die Stärke der elektromagnetischen Kraft wird also mit der Potenzdarstellung unter Anwendung des SI-Systems als konstant bestimmt.

Nehmen wir für unsere weiteren Untersuchungen an, dass die Korrelationen (2) bis (6) auch das zeitliche Verhalten der Teilchenmassen beschreiben würden. Dann sehen wir, dass sich gemäß (8) und (9) [$\left|m_e\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{13/6}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}}$; $\left|m_p\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{19}{6}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{38}{3}}}$] in Verbindung mit (6) [$\left|R\right| \approx \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8$] die Werte der Elektronen- und der Protonenmasse mit dem Hubble-Radius folgendermaßen ändern würden:

$$\frac{m_e(R)*kg}{m_e(R_0)*kg_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{13}{48}} \qquad \frac{m_p(R)*kg}{m_p(R_0)*kg_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{19}{48}}$$

Berücksichtigt man, dass sich die Maßeinheit Kilogramm ebenfalls mit dem Hubble-Radius ändern würde ($1\mathrm{kg} \sim R^{\frac{13}{48}}$) dann folgt:

$$\frac{m_e(R)*kg}{m_e(R_0)*kg_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{13}{48}} \rightarrow \frac{m_e(R)}{m_e(R_0)} * \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{13}{48}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{13}{48}} \rightarrow |m_e(R)|_{kg} = |m_e(R_0)|_{kg_0}$$

Gelten die Korrelationen (2) bis (6), dann wird mit den geltenden SI-Definitionen für den Meter, die Sekunde und das Kilogramm die Elektronenmasse bei zunehmendem Hubble-Radius R (bei expandierendem Universum) als konstant bestimmt, obgleich die Maßeinheit für die Masse mit wachsendem Hubble-Radius proportional zu $R^{\frac{13}{48}}$ zunimmt.

Für die Protonenmasse ergibt sich hingegen:

$$\frac{m_p(R)*kg}{m_p(R_0)*kg_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{19}{48}} \rightarrow \frac{m_p(R)}{m_p(R_0)} * \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{13}{48}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{19}{48}} \rightarrow \frac{|m_p(R)|_{kg}}{|m_p(R_0)|_{kg_0}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{8}}$$

Dies muss insofern der Fall sein, als gemäß Korrelation (6) [$|R| \approx \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8$] das Verhältnis von Protonen- zu Elektronenmasse proportional zur achten Wurzel des Hubble-Radius zunehmen soll: $\frac{\frac{m_p}{m_e}(R)}{\frac{m_p}{m_e}(R_0)} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{1}{8}}$

Wie ist die zeitliche Entwicklung der Elektronenmasse mit der kosmischen Rotverschiebung in Einklang zu bringen?

Mit der sogenannten Rydberg-Frequenz

$$\nu_R = \frac{m_e e^4}{8{\varepsilon_0}^2 h^3} = \frac{9{,}1094*10^{-31}\ \mathrm{kg}*(1{,}6022*10^{-19})^4 A^4 s^4}{8*(8{,}8542*10^{-12})^2 \frac{A^4 s^8}{kg^2 m^6}*(6{,}6261*10^{-34})^3 \frac{kg^3 m^6}{s^3}} = 3{,}2899 * 10^{15}\ \frac{1}{s} \qquad (20)$$

kann die Frequenz ν der Lichtemission von Wasserstoff beschrieben werden

$$\nu = \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) * \nu_R \qquad (21)$$

ν ist die Frequenz des Lichtes, das ausgesendet wird, wenn das Elektron des Wasserstoffs von der m-ten auf die n-te Schale wechselt [siehe 6].

Betrachten wir zunächst die zeitliche Veränderung der Rydberg-Frequenz, indem wir auch die Rydberg-Frequenz $\nu_R = \frac{m_e e^4}{8{\varepsilon_0}^2 h^3}$ in eine Potenzdarstellung bringen. Dazu verwenden wir die bereits gewonnen Potenzdarstellungen $|m_e| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{13/6}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{38/3}}$, $\left|\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}\right| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^5}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{15}}$ ==> $\left|\frac{e^4}{{\varepsilon_0}^2}\right| \approx \frac{16\ {}^2\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{10}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{30}}$

und $|h^3| \approx \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{18}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{54}}$. Dann folgt

$$\left|\nu_R\right| \approx \frac{1}{8} * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{13}{6}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{38}{3}}} * \frac{16\ \ {}^{2}\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{10}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{30}} * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{54}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{18}} = 2\pi^2 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{34}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} = 2\pi^2 * \frac{861{,}023^{\frac{34}{3}}}{1836{,}153^{\frac{35}{6}}} = 3{,}3065 * 10^{15}$$

$$\left|\nu_R\right| \approx 2\pi^2 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{34}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} = 3{,}3065 * 10^{15} \qquad (22)$$

Mit der bereits oben verwendeten Zeiteinheit von t_y = 1.0112 s ergibt sich der genaue Wert gemessen in t_y:

$$\nu_R = 3{,}2899 * 10^{15}\ \frac{1}{s} = 3{,}2899 * 10^{15}\ *\ \frac{1{,}0112}{t_y} = 3{,}3267 * 10^{15}\ \frac{1}{t_y}$$

Das Verhältnis des Wertes aus (22), $3{,}3064 * 10^{15}$ zum exakten Wert von $3{,}3267 * 10^{15}$ gemessen in $1/t_y$ beträgt immerhin 99,39 %, genau so viel wie die oben ermittelte Genauigkeit von 99,39% für die Potenzdarstellung der Elektronenmasse. Dies ist insofern zu erwarten, als die Rydberg-Frequenz proportional zur Elektronenmasse ist.

Mit Korrelation (6) $\frac{m_p}{m_e} \approx \left|R\right|^{\frac{1}{8}}$ wird aus Korrelation (22): $\left|\nu_R\right| \approx 2\pi^2 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{34}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{34}{3}}}{\left|R\right|^{\frac{35}{48}}}$. (23)

Vergleicht man die Potenzdarstellung der Rydberg-Frequenz ν_R mit jener der Hyperfeinfrequenz ν_{hf}, so stellt man mit Interesse fest, dass diese die gleiche Abhängigkeit von R aufweist:

$$\left|\nu_{hf}\right| \sim 8\pi^4 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{28}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} \quad \left|\nu_R\right| \sim 2\pi^2 * \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{34}{3}}}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} \quad \Rightarrow \quad \left|\nu_{hf}\right| \sim \left|\nu_R\right| \sim \frac{1}{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}} \sim \frac{1}{R^{\frac{35}{48}}}$$

Der Zahlenwert der Wellenlänge λ des ausgesendeten Lichtes ist unter Einbeziehung von Korrelation (2) proportional zu $\left|R\right|^{\frac{29}{48}}$:

$$\left|\lambda\right| \sim \frac{c}{\nu_R} \sim \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{\frac{m_p}{m_e}} * \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{35}{6}}}{2\pi^2 * \left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{34}{3}}} = \frac{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{\frac{29}{6}}}{2\pi^2 * \left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{22}{3}}} \sim \frac{\left|R\right|^{\frac{29}{48}}}{2\pi^2 * \left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^{\frac{22}{3}}} \qquad (24)$$

Berücksichtigt man, dass sich die Maßeinheit Meter ebenfalls mit dem Hubble-Radius ändert ($1m \sim R^{\frac{29}{48}}$) dann folgt:

$$\frac{\lambda(R) * m}{\lambda(R_0) * m_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{29}{48}} \Rightarrow \frac{\left|\lambda(R)\right|_m}{\left|\lambda(R_0)\right|_{m_0}} * \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{29}{48}} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{29}{48}} \Rightarrow$$

$$\frac{\left|\lambda(R)\right|_m}{\left|\lambda(R_0)\right|_{m_0}} = 1 \qquad (25)$$

Gelten die Korrelationen (2) bis (6), dann wird mit den geltenden SI-Definitionen für den Meter, die Sekunde und das Kilogramm der Wert der Wellenlänge λ des ausgesendeten Lichtes bei zunehmendem Hubble-Radius R (bei expandierendem Universum) als konstant bestimmt, weil die Maßeinheit für die Länge gleichermaßen wie der Wert der Wellenlänge λ mit wachsendem Hubble-Radius proportional zu $R^{\frac{29}{48}}$ zunimmt.

Dieses Faktum sollte jedoch nicht zur Fehlannahme führen, dass die zeitliche Änderung der Elektronenmasse keinen Einfluss auf die kosmische Rotverschiebung hätte. Bei der Messung der kosmischen Rotverschiebung wird nämlich die Wellenlänge des alten, früher emittierten Lichtes mit der Wellenlänge von derzeit emittiertem Licht verglichen und zwar gleichermaßen im derzeit vorliegenden Metermaßstab. Aus $\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_{m_0}} = 1$ und $m_0 = \frac{m}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{29}{48}}}$ folgt nämlich

$$\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_m} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{29}{48}} \qquad (26)$$

Das bedeutet, dass die zeitliche Entwicklung der Wellenlänge seit der Emission des alten Lichtes nicht explizit aus (25) hervorgeht und die Zunahme der Wellenlänge im zeitlichen Vergleich gemäß (26) (diese würde eine kosmische Blauverschiebung bewirken) durch die Raumdehnung (über)kompensiert werden muss.

Gemäß Standardkosmologie hat sich seit dem sogenannten Last Scattering der Raum und damit die Wellenlänge des damals ausgesendeten Lichtes um den Faktor 1089 gedehnt [siehe 7, S. 179 und S. 334]. Ab einer Temperatur von unter 3000 Kelvin fangen nämlich die Atomkerne die freien Elektronen ein, wodurch die Photonen-Elektronen-Streuprozesse zum Erliegen kommen. Die Photonen entkoppeln sich von der Materie und das Licht kann sich ungehindert ausbreiten. Seit dem Ende der Streuprozesse (Last Scattering) hat sich die Temperatur des Universums und der Hintergrundstrahlung um den Faktor 1089 auf 2,725 K abgekühlt und die Wellenlänge der Hintergrundstrahlung wurde in den Millimeterbereich rotverschoben. Soweit die Erzählung der Standardkosmologie in [7].

Wie ist nun aber die Potenzdarstellung und Abhängigkeit der Naturkonstanten vom Hubble-Radius mit der gemessenen kosmischen Rotverschiebung in Einklang zu bringen? Gemäß (26) nimmt die Wellenlänge des ausgesendeten Lichtes – sofern man sie mit konstantem bzw. aktuellem Metermaßstab misst - mit dem Hubble-Radius zu: $|\lambda| \sim |R|^{\frac{29}{48}}$. Das heute ausgesendete Licht hat also eine größere Wellenlänge als das zum Zeitpunkt des Last Scattering ausgesendete. Diese durch Abnahme der Rydberg-Frequenz $|\nu_R| \sim \frac{1}{|R|^{\frac{35}{48}}}$ verursachte kosmische Blauverschiebung muss also durch die Raumdehnung zu einer Rotverschiebung überkompensiert werden. Wenn λ_0 die Wellenlänge zum Zeitpunkt des Last Scattering war, dann muss diese um einen Faktor $\frac{R}{R_0}$ gedehnt werden, sodass sie das 1089-fache der heutigen Wellenlänge λ beträgt um mit der beobachteten Rotverschiebung in Einklang zu stehen:

$$\lambda(R_0) * m * \frac{R * m}{R_0 * m} = 1089 * \lambda(R) * m \quad \Rightarrow$$

$$\frac{|\lambda(R_0)|_m}{|\lambda(R)|_m} * \frac{|R|_m}{|R_0|_m} = 1089 \qquad (27)$$

Zur Bestimmung des Faktors $\frac{R}{R_0}$, der die Basis der Potenzdarstellung bildet, wird angenommen, dass R in Meter m und R_0 in $m_0 = \frac{m}{\left(\frac{R}{R_0}\right)^{\frac{29}{48}}}$ gemessen wird. $\frac{R}{R_0}$ wird also als $\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}$ präzisiert. Konsequenterweise wird demgemäß die Änderung des Meters mit $m_0 = \frac{m}{\left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}}}$ präzisiert. Dies entspricht der Entwicklung des Meters gemäß SI-Definition in Abhängigkeit vom Hubble-Radius R.

Da in Gleichung (27) aber der Term $\frac{|R|_m}{|R_0|_m}$ vorkommt ist dieser in Abhängigkeit von $\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}$ darzustellen: $\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}} = \frac{|R|_m}{|R_0|_m * \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}}}$ ➔ $\frac{|R|_m^{\frac{48}{48}} * |R|_m^{\frac{29}{48}}}{|R_0|_{m_0}^{\frac{48}{48}} * |R_0|_{m_0}^{\frac{29}{48}}} = \frac{|R|_m}{|R_0|_m}$ ➔

$$\frac{|R|_m}{|R_0|_m} = \frac{|R|_m^{\frac{77}{48}}}{|R_0|_{m_0}^{\frac{77}{48}}} \quad ➔ \quad \frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}} = \frac{|R|_m^{\frac{48}{77}}}{|R_0|_m^{\frac{48}{77}}} \qquad (28)$$

Die Gleichung (26) wird ebenfalls mit $\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}$ präzisiert zu $\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_m} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}}$ und ergibt dann mit (28): $\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_m} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_m}\right)^{\frac{48}{77}*\frac{29}{48}} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_m}\right)^{\frac{29}{77}}$. Die Gleichung $\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_m} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_m}\right)^{\frac{29}{77}}$ kann in (27) eingesetzt werden. Diese wird dann zu $\left(\frac{|R_0|_m}{|R|_m}\right)^{\frac{29}{77}} * \frac{|R|_m}{|R_0|_m} = 1089$ und es folgt

$$\frac{|R|_m}{|R_0|_m} = 1089^{\frac{77}{48}} = 74455{,}86 \qquad (29)$$

(29) in (28) eingesetzt ergibt $\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}} = \frac{|R|_m^{\frac{48}{77}}}{|R_0|_m^{\frac{48}{77}}} = 1089 \qquad (30)$

Der Faktor $\left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}} = 1089^{\frac{29}{48}} = 68{,}371$

Legt man die Potenzdarstellung der Naturkonstanten zugrunde, so hat sich der Hubble-Radius seit dem Last Scattering um den Faktor 74 455,86 vergrößert und hat zum Zeitpunkt des Last Scattering $R_0 = \frac{R}{74455{,}86} = \frac{1{,}292*10^{26}}{74455{,}86} = 1{,}735 * 10^{21}\mathrm{m}$ betragen. Die Wellenlänge zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausstrahlung hat sich seit dem Last Scattering um den Faktor $\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_m} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}} = (1089)^{\frac{29}{48}} = 68{,}371$ vergrößert, sodass sich ein für die Rotverschiebung maßgebendes Nettoverhältnis von $\frac{|\lambda(R_0)|_m}{|\lambda(R)|_m} * \frac{|R|_m}{|R_0|_m} = \frac{74455{,}86}{68{,}371} = 1089 = \left(\frac{|R_0|_{m_0}}{|R|_m}\right)^{\frac{29}{48}} * \frac{|R|_m}{|R_0|_m} = (74455{,}86)^{\frac{48}{77}}$ ergibt.

Das Verhältnis der Protonen- zur Elektronenmasse hat sich gemäß Potenzdarstellung um den Faktor

$\frac{\frac{m_p}{m_e}}{\frac{m_{p_0}}{m_{e_0}}} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{1}{8}} = 1089^{\frac{1}{8}} = 2{,}397$ vergrößert. Demnach hat es zum Zeitpunkt des Last Scattering $\frac{m_{p_0}}{m_{e_0}} = \frac{1836{,}153}{2{,}397} = 766{,}090$ betragen.

Das Verhältnis des Metermaßes m_0 zum Zeitpunkt des Last Scatterings zum gegenwärtigen Mettermaß m beträgt $m_0 = \frac{m}{\left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}}} = \frac{m}{68{,}371}$.

Vergleicht man den Hubble-Radius gemäß (30) ($\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}} = 1089$) zum Zeitpunkt des Last Scatterings mit dem gegenwärtigen Hubble-Radius im jeweiligen sich gemäß Potenzdarstellung in Kombination mit der SI-Definition ergebenden Metermaß, dann entspricht dieses Verhältnis dem aus der gemessenen Rotverschiebung der kosmischen Hintergrundstrahlung ermittelten Dehnungsfaktor von 1089.

Mit (30) wird unter Berücksichtigung von Gleichung (25) ($\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_{m_0}} = 1$) aus Gleichung (27)

$$\frac{|\lambda(R_0)|_{m_0}}{|\lambda(R)|_m} * \frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}} = 1089 \qquad \text{bzw.} \qquad 1 * \frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}} = 1089 \qquad (31)$$

Gleichung (31) beschreibt die Perspektive eines fiktiven Uraltbeobachters, der zum Zeitpunkt des Last Scatterings den Hubble-Radius und die Wellenlänge der Hintergrundstrahlung mit einem Uraltmeter gemäß SI-Definition gemessen hat und die alten Werte mit den gegenwärtigen Werten des Hubble-Radius und der Wellenlänge der Hintergrundstrahlung, gemessen mit einem aktuellen Metermaß, in Beziehung setzt.

Die nächste spannende Frage ist, wie sich die Potenzdarstellung der Naturkonstanten auf das Verhältnis der scheinbaren Helligkeit zur Rotverschiebung von weit entfernten kosmischen Objekten wie z.B. Supernovae vom Typ 1a auswirkt (Stichwort: Supernova Cosmology Project).

Ausgangspunkt ist die Definition der Rotverschiebung: $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda_B - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda_B}{\lambda_0} - 1$, wobei λ_B die vom Beobachter gemessene Wellenlänge und λ_0 die ursprüngliche, zum Zeitpunkt der Emission durch das kosmische Objekt gegebene Wellenlänge ist. Während λ_B sehr präzise gemessen werden kann, muss λ_0 durch bestimmte (kosmologische) Annahme ermittelt werden. So geht die Standardkosmologie davon aus, dass z.B. Supernovae vom Typ 1a gleichermaßen vor Milliarden von Jahren emittierten wie sie noch heute emittieren. Sie stellen also für das Standardmodell postulierte Standardkerzen dar, unter deren Voraussetzung man bisher die Entfernungen im Universum ermittelt hat. Dass im Rahmen der vorliegenden Potenzdarstellung der Naturkonstanten, die Annahme der über Milliarden von Jahren konstant emittiert Wellenlängen dieser Objekte nicht mehr gegeben ist, wird aus den bisher mittels Potenzdarstellung hergeleiteten Zusammenhängen offensichtlich. Gemäß (26) — $\frac{|\lambda(R)|_m}{|\lambda(R_0)|_m} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}}$ — ist in der Potenzdarstellung die emittierte Wellenlänge, gemessen in einem konstanten Metermaßstab eine Funktion des Hubble-Radius, damit eine von der Expansion des Universums und der Zeit abhängige Größe. In der Standardkosmologie wäre die mit einem konstanten Metermaßstab gemessene emittierte Wellenlänge konstant $\frac{|\lambda_{\text{Standardmodell}}(\mathrm{R})|_m}{|\lambda_{\text{Standardmodell}}(\mathrm{R}_0)|_m} = 1$. In der Potenzdarstellung ist die emittierte Wellenlänge nur dann konstant, wenn man berücksichtigt, dass sich der Meter gemäß SI-Definition selbst ändert ($\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{m}_0} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_0|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}}$). Dann gilt $\frac{|\lambda(\mathrm{R})|_m}{|\lambda(\mathrm{R}_0)|_{m_0}} = 1$.

Bei der Messung der kosmischen Rotverschiebung wird nämlich die Wellenlänge des alten, früher emittierten Lichtes mit der Wellenlänge von derzeit emittiertem Licht verglichen und zwar gleichermaßen im derzeit vorliegenden Metermaßstab. Die Rotverschiebung in der Potenzdarstellung setzt sich also aus zwei Anteilen zusammen: Aus der Rotverschiebung zufolge der zeitlichen Änderung der Naturkonstanten gemäß Potenzdarstellung und der Rotverschiebung durch Raumdehnung (Vergrößerung des Hubble-Radius).

Am Beispiel der kosmischen Hintergrundstrahlung — für die Rotverschiebung beim Last Scattering gilt: $1089 = (\mathrm{z}+1)$ — ergibt Gleichung (29), dass $\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_0|_m} = 1089^{\frac{77}{48}} = (\mathrm{z}+1)^{\frac{77}{48}}$. Während also die Potenzdarstellung folgenden Zusammenhang zwischen Rotverschiebung und Hubble-Radius ergibt:

$$\mathrm{z} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{pot}}|_m}\right)^{\frac{48}{77}} - 1 \quad \text{oder} \quad \frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{pot}}|_m} = (\mathrm{z}+1)^{\frac{77}{48}} \qquad (32)$$

,wäre dieser gemäß Standardkosmologie bei konstanter Expansionsrate (flaches, nicht beschleunigtes Universum): $\mathrm{z}_{\mathrm{ref}} = \frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{ref}}|_m} - 1$ oder $\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{ref}}|_m} = \mathrm{z}_{\mathrm{ref}} + 1$.

Bei gleicher Rotverschiebung ($\mathrm{z}_{\mathrm{ref}} = \mathrm{z}$) ergibt sich in der Potenzdarstellung also eine größere Entfernung des beobachteten astronomischen Objektes als im Standard-Referenzfall:

$$\frac{\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{pot}}|_m}}{\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{ref}}|_m}} = \frac{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{ref}}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{pot}}|_m} = \frac{(\mathrm{z}+1)^{\frac{77}{48}}}{\mathrm{z}+1} = (\mathrm{z}+1)^{\frac{29}{48}} \qquad (33),$$

da das Verhältnis $\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{pot}}|_m}$ größer ist als das Verhältnis $\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{ref}}|_m}$, das Licht bei der Potenzdarstellung also bereits länger unterwegs war. Im Falle des Last Scatterings (z = 1089) ergibt sich:

$$\frac{\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_0|_m}}{\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R}_{0\,\mathrm{ref}}|_m}} = \frac{74455{,}86}{1089} = 1089^{\frac{29}{48}} = 68{,}371$$

Da die tatsächliche Entfernung eines weit entfernten astronomischen Objektes seine scheinbare Helligkeit bestimmt, erscheint es aufgrund der gemessenen Rotverschiebung näher als es tatsächlich ist. Aufgrund dieses Faktums wurde im Rahmen der Standardkosmologie eine beschleunigte Expansion des Universums angenommen und als Ursache dieser beschleunigten Expansion die sogenannte Dunkle Energie postuliert. Allerdings ist bis heute nicht klar, was das Wesen dieser Dunklen Energie sein soll.

Um den genauen Zusammenhang zwischen scheinbarer Helligkeit und Rotverschiebung im Rahmen der Potenzdarstellung herleiten zu können, wäre eine exakte explizite Beziehung zwischen der Leuchtkraft einer Supernova vom Typ 1a und den Naturkostanten(c, h, G, α) erforderlich um eine Potenzdarstellung der Leuchtkraft erstellen zu können. Da der Autor allerdings keine solche explizite

Gleichung der Literatur entnehmen konnte, wird im Rahmen dieser Arbeit nur eine Grobabschätzung der Abhängigkeit der Leuchtkraft vom Hubble-Radius vorgenommen. Gefunden hat der Autor allerdings einige kritische Anmerkungen (Six indications of radical new physics in supernovae 1a – [siehe 8]) zum Wesen der Standardkerze Supernova Typ 1a.

Ein erster Schritt zur Abschätzung der Abhängigkeit der Leuchtkraft vom Hubble-Radius ist die Abhängigkeit der Photonenenergie vom Hubble-Radius $\mathrm{E} = \mathrm{h}\nu = \frac{\mathrm{ch}}{\lambda}$. Dazu muss man sich in Erinnerung rufen, dass $|\mathrm{c}| \sim \frac{1}{|\mathrm{R}|^{\frac{1}{8}}}$, $|\mathrm{h}| \sim |\mathrm{R}|^{\frac{3}{4}}$ und $|\lambda| \sim |\mathrm{R}|^{\frac{29}{48}}$ ist und deshalb

$|\mathrm{E}| \sim \frac{|\mathrm{R}|^{\frac{3}{4}}}{|\mathrm{R}|^{\frac{1}{8}} * |\mathrm{R}|^{\frac{29}{48}}} = |\mathrm{R}|^{\frac{1}{48}}$ gilt. Da die Leuchtkraft einer Leistung entspricht, also der gesamt abgegebenen Photonenenergie pro Sekunde $\mathrm{L} = \frac{\mathrm{E_{gesamt}}}{\mathrm{s}}$ wird hier für die Abschätzung mangels weiterer Information (etwa der pro Zeiteinheit abgegeben Photonenzahl) angenommen auch die Leuchtkraft $|\mathrm{L}| \sim |\mathrm{R}|^{\frac{1}{48}}$. Dann gilt für die Lichtflussdichte, welche umgekehrt proportional zum Quadrat des Hubble-Radius ist ($\mathrm{f} \sim \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{R}^2}$) : $|\mathrm{f}| \sim \frac{|\mathrm{R}|^{\frac{1}{48}}}{|\mathrm{R}|^2} = \frac{1}{|\mathrm{R}|^{\frac{95}{48}}}$ und es folgt mit (32):

$$\frac{\mathrm{f(R)_{Potenzd.}}}{\mathrm{f(R_0)}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_m}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{95}{48}} = \left(\frac{1}{(\mathrm{z}+1)^{\frac{77}{48}}}\right)^{\frac{95}{48}} = \frac{1}{(\mathrm{z}+1)^{3,1749}} \qquad (34)$$

Für die Lichtflussdichte bei nicht beschleunigter Expansion in der Standardkosmologie gilt hingegen:

$$\frac{\mathrm{f(R)_{Referenz}}}{\mathrm{f(R_0)}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_m}{|\mathrm{R}|_m}\right)^2 = \frac{1}{(\mathrm{z}+1)^2}$$

Vergleicht man die Lichtflussdichte der Potenzdarstellung mit der der nicht beschleunigten Referenz bei gleichem Bezugswert $\mathrm{f(R_0)}$, so ergibt sich das Verhältnis: $\frac{\mathrm{f(R)_{Potenzd.}}}{\mathrm{f(R)_{Referenz}}} = \frac{(\mathrm{z}+1)^2}{(\mathrm{z}+1)^{3,1749}}$

Der Unterschied in der scheinbaren Helligkeit wird üblicherweise definiert als $\Delta\mathrm{m} = -\frac{5}{2}\log\frac{\mathrm{f(R)}}{\mathrm{f(R_0)}}$.

Wendet man diese Beziehung auf den Unterschied zwischen Potenzdarstellung und nicht beschleunigter Expansion in der Standardkosmologie an, so erhält man eine Abschätzung für den Unterschied in der scheinbaren Helligkeit in Abhängigkeit vom Wert der Rotverschiebung: $\Delta\mathrm{m} \approx -\frac{5}{2}\log\frac{\mathrm{f(R)_{Potenzd.}}}{\mathrm{f(R)_{Referenz}}} = -\frac{5}{2}\log\frac{(\mathrm{z}+1)^2}{(\mathrm{z}+1)^{3,1749}}$. Bei einer Rotverschiebung von 1 ergibt sich ein Unterschied von $\Delta\mathrm{m}(\mathrm{z}=1) \approx -\frac{5}{2}\log\frac{(2)^2}{(2)^{3,1749}} = 0{,}8842$.

Obwohl hier betont werden muss, dass dieser Wert aufgrund fehlender Detailinformationen nur eine grobe Abschätzung sein kann, entspricht er von der Größenordnung her dem, was aus dem Supernova Cosmology Project bekannt ist und im Rahmen der Standardkosmologie einer beschleunigten Expansion des Universum zugeordnet wird [siehe 9].

Eine weitere interessante Frage ist, wie sich die Potenzdarstellung auf die Hubble-Konstante selbst auswirkt. Ausgehend davon, dass $\mathrm{H} \sim \frac{\mathrm{c}}{\mathrm{R}} \sim \frac{1}{\mathrm{R}^{\frac{1}{8}} * \mathrm{R}} \sim \frac{1}{\mathrm{R}^{\frac{9}{8}}}$ ist, ergibt sich

$$\frac{|\mathrm{H(R)}|_{\frac{1}{s}}}{|\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s}}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{9}{8}} \qquad (35)$$

Berücksichtigt man, dass das Zeitmaß $\mathrm{s} \sim \mathrm{R}^{\frac{35}{48}}$ ist, folgt $\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{s_0}} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}$ ➔ $\frac{\frac{1}{\mathrm{s_0}}}{\frac{1}{\mathrm{s}}} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}$ ➔ $\frac{1}{\mathrm{s}} = \frac{\frac{1}{\mathrm{s_0}}}{\left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}}$ ➔ $|\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s}} = |\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s_0}} * \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}$ ➔ aus (35) wird dann

$$\frac{|\mathrm{H(R)}|_{\frac{1}{s}}}{|\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s_0}} * \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{9}{8}} \Rightarrow \frac{|\mathrm{H(R)}|_{\frac{1}{s}}}{|\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s_0}}} * \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{35}{48}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{54}{48}} \Rightarrow$$

$$\frac{|\mathrm{H(R)}|_{\frac{1}{s}}}{|\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s_0}}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{19}{48}} \qquad (36)$$

Wie aus (35) ($\frac{|\mathrm{H(R)}|_{\frac{1}{s}}}{|\mathrm{H(R_0)}|_{\frac{1}{s}}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_m}\right)^{\frac{9}{8}}$) ersichtlich ist, nimmt der Betrag der Hubble-Konstanten schneller ab, als der Betrag von R - gemessen im jeweils sich gemäß SI-Definition ergebenden Metermaß - zunimmt. Ohne Potenzdarstellung wäre die Veränderung der Hubble-Konstanten $\frac{\mathrm{H(R)}}{\mathrm{H(R_0)_{Referenz}}} = \frac{|\mathrm{R_0}|_m}{|\mathrm{R}|_m}$ umgekehrt proportional zur Änderung von R, gemessen im fixen Metermaß. Aus der Potenzdarstellung ergeben sich für frühere Zeiten größere Werte für die Hubble-Konstante. Dies korrespondiert damit, dass sich in der Potenzdarstellung für frühere Zeiten auch eine höhere Lichtgeschwindigkeit ergibt, sofern man sie in der fixen Maßeinheit m/s darstellt:

$$|\mathrm{c(R_0)}|_{\frac{m}{s}} = |\mathrm{c(R)}|_{\frac{m}{s}} * \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{1}{8}}.$$

Mit dieser errechnet sich die Hubble-Konstante in Potenzdarstellung $\mathrm{H(R_0)_{Potenz}} = \frac{|\mathrm{c(R_0)}|_{\frac{m}{s}}}{|\mathrm{R_0}|_m} = \frac{|\mathrm{c(R)}|_{\frac{m}{s}}}{|\mathrm{R_0}|_m} * \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{1}{8}}$. Ohne Potenzdarstellung ergibt sich $\mathrm{H(R_0)_{Referenz}} = \frac{|\mathrm{c(R)}|_{\frac{m}{s}}}{|\mathrm{R_0}|_m}$ und es folgt

$$\frac{\mathrm{H(R_0)_{Potenz}}}{\mathrm{H(R_0)_{Referenz}}} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{1}{8}}.$$

Wie hängt das Verhältnis von $\mathrm{H(R_0)_{Potenz}}$ zu $\mathrm{H(R_0)_{Referenz}}$ von der Rotverschiebung ab? Dazu rufen wir uns (33) etwas umgeformt in Erinnerung: $|\mathrm{R_{0\,pot}}|_m = \frac{|\mathrm{R_{0\,ref}}|_m}{(\mathrm{z}+1)^{\frac{29}{48}}}$. Für die Referenz-Hubble-Konstante gilt: $\frac{\mathrm{H(R_0)_{Referenz}}}{\mathrm{H(R)}} = \frac{|\mathrm{R}|_m}{|\mathrm{R_{0\,ref}}|_m} = \mathrm{z} + 1$.

Durch Umformen von (35) und Einsetzen von (33) ergibt sich:

$$\frac{H(R)}{H(R_0)_{Potenz}} = \left(\frac{|R_{0\,pot}|_{m_0}}{|R|_m}\right)^{\frac{9}{8}} = \left(\frac{|R_{0\,pot}|_{m}^{\frac{48}{77}}}{|R|_{m}^{\frac{48}{77}}}\right)^{\frac{9}{8}} = \left(\frac{|R_{0\,pot}|_m}{|R|_m}\right)^{\frac{54}{77}} = \left(\frac{|R_{0\,ref}|_m}{|R|_{m}*(z+1)^{\frac{29}{48}}}\right)^{\frac{54}{77}} =$$

$$\left(\frac{1}{(z+1)*(z+1)^{\frac{29}{48}}}\right)^{\frac{54}{77}} = \left(\frac{1}{(z+1)^{\frac{77}{48}}}\right)^{\frac{54}{77}} = \frac{1}{(z+1)^{\frac{54}{48}}} = \frac{1}{(z+1)^{\frac{9}{8}}} \; .$$

$H(R_0)_{Referenz}$ und $H(R_0)_{Potenz}$ ins Verhältnis gesetzt ergibt $\frac{H(R_0)_{Referenz}}{H(R_0)_{Potenz}} = \frac{z+1}{(z+1)^{\frac{9}{8}}} = \frac{1}{(z+1)^{\frac{1}{8}}}$.

$$\frac{H(R_0)_{Potenz}}{H(R_0)_{Referenz}} = (z+1)^{\frac{1}{8}} \qquad (37)$$

Bei gleicher Rotverschiebung ergibt sich gemäß (37) für die Potenzdarstellung also eine größere Hubble-Konstante als ohne Potenzdarstellung. Zum Beispiel bei z =1 beträgt das Verhältnis 1,0905. Könnte dies der Grund sein, warum man für die Hubble-Konstante je nachdem welches Verfahren man verwendet bzw. welche Rotverschiebungen in die Rechnung eingehen leicht verschiedene Werte erhält? Manche sprechen diesbezüglich von der „Hubble Tension“, also von der Spannung, die die unterschiedlichen Werte im Rahmen der Standardkosmologie hervorrufen [siehe 10].

Bis jetzt sind wir explizit ohne den Parameter Zeit in unseren Gleichungen ausgekommen. Dies ist darin begründet, dass unsere Gleichungen sich stets auf den Hubble-Radius beziehen, der natürlich mit der Zeit wächst und deshalb den Parameter Zeit implizit enthält. Doch wie sieht der genaue Zusammenhang von Hubble-Radius und Zeit in der Potenzdarstellung aus? Um dies vorweg grob zu untersuchen gehen wir am besten von der kosmischen Zeit $\tau = \frac{R}{c}$ aus und berücksichtigen die Korrelation (2) $|c(R)| \approx \frac{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}{R^{\frac{1}{8}}}$. Damit ergibt sich die Potenzdarstellung für die kosmische Zeit $|\tau(R)| \approx \frac{R^{\frac{9}{8}}}{\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right)^4}$. Berücksichtigt man, dass sich die Maßeinheit Sekunde ebenfalls mit dem Hubble-Radius ändert ($1s \sim R^{\frac{35}{48}}$) dann folgt:

$$\frac{\tau(R)*s}{\tau(R_0)*s_0} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{9}{8}} \;\Rightarrow\qquad \frac{|\tau(R)|_s}{|\tau(R_0)|_{s_0}} * \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{9}{8}} \;\Rightarrow$$

$$\frac{|\tau(R)|_s}{|\tau(R_0)|_{s_0}} = \left(\frac{|R|_m}{|R_0|_{m_0}}\right)^{\frac{19}{48}} \qquad \text{bzw.} \qquad |R|_m \sim |\tau(R)|_s^{\frac{48}{19}} \qquad (38)$$

Gelten die Korrelationen (2) bis (6), dann wird mit den geltenden SI-Definitionen für den Meter, die Sekunde und das Kilogramm der Wert der kosmischen Zeit bei zunehmendem Hubble-Radius R (bei expandierendem Universum) als proportional zum Zuwachs des Hubble-Radius bestimmt, während auch die Maßeinheiten für die Länge und die Zeit mit dem wachsenden Hubble-Radius zunehmen.

Ein Vergleich von (36) ($\frac{|H(R)|_{\frac{1}{s}}}{|H(R_0)|_{\frac{1}{s_0}}} = \left(\frac{|R_0|_{m_0}}{|R|_m}\right)^{\frac{19}{48}}$) mit (38) zeigt, dass die kosmische Zeit wie erwartet auch in der Potenzdarstellung umgekehrt proportional zur Hubble-Konstante ist

$$\frac{|\mathrm{H}(\mathrm{R_0})|_{\frac{1}{s_0}}}{|\mathrm{H}(\mathrm{R})|_{\frac{1}{s}}} = \frac{|\tau(\mathrm{R})|_{s}}{|\tau(\mathrm{R_0})|_{s_0}} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_{m}}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{19}{48}}$$

Bei unseren bisherigen Betrachtungen haben wir die dynamische Wirkung der Gravitation auf das Universum, die sich zufolge der allgemeinen Relativitätstheorie ergibt noch ausgeklammert. Die spannende Frage ist nun, wie sich die Potenzdarstellung der Naturkonstanten auf die Dynamik des Universums auswirkt. Dazu müssen wir uns zunächst in Erinnerung rufen, dass die zeitliche Entwicklung des Universums gemäß Standardkosmologie auf Basis der allgemeinen Relativitätstheorie durch die sogenannte Friedmann-Gleichung beschrieben wird.

$$\frac{\mathrm{R}'^{2}}{\mathrm{R}^2} + \frac{\mathrm{kc}^2}{\mathrm{R}^2} = \frac{8\pi\mathrm{G}}{3}\rho \qquad (39)$$

Das k in der Gleichung (39) steht für die Grundkrümmung des leeren Universums, wobei k = 0 einer flachen Geometrie, k = 1 einer sphärischen Geometrie und k = -1 einer hyperbolischen Geometrie entspricht. ρ steht für die mittlere Dichte des Universums. Da die bisherigen Beobachtungen zeigen, dass die Geometrie des Universums flach zu sein scheint, gehen wir im folgendem davon aus, dass k= 0 sei. Für unsere weiteren Berechnungen nehmen wir einmal an, dass der Wert der mittleren Dichte des Universums gleich der sogenannten kritischen Dichte ρ_k sei, welche eine flache Geometrie des Universums ergibt. Diese Annahme soll nicht bedeuten, dass wir behaupten wollen, dass die Dichte des Universums genau der kritischen entsprechen muss, sondern dient vielmehr der Demonstration wie sich die Potenzdarstellung der Naturkonstanten auf ein eventuell flaches Universum auswirkt. Sollte die Dichte des Universums möglicherweise nicht genau kritisch sein, so würde sich die Potenzdarstellung der Naturkonstanten von der Tendenz her in ähnlicher Weise auswirken wie auf ein flaches Universum. Für die kritische Dichte gilt gemäß Relativitätstheorie [siehe 11]:

$$\rho_{\mathrm{k}} = \frac{3\mathrm{H}^2}{8\pi} = \frac{3\mathrm{c}^2}{8\pi\ \ {}^2\mathrm{G}} \qquad (40)$$

Fügt man die Gleichung (40) und k = 0 in (39) ein dann ergibt sich:

$$\mathrm{R}' = \frac{\mathrm{dR}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{c} \quad \text{bzw.} \quad \mathrm{dR} = \mathrm{c} * \mathrm{dt} \qquad (41)$$

Ohne Berücksichtigung der Potenzdarstellung würde dies einer gleichförmigen, nicht beschleunigten Expansion entsprechen. Beobachtungen zufolge nimmt man jedoch eine beschleunigte Expansion an. Gemäß Potenzdarstellung ist aber sowohl die Lichtgeschwindigkeit c als auch der Zeitmaßstab (die Sekunde) eine Funktion von R: $\frac{|\mathrm{c}(\mathrm{R})|_{\frac{m}{s}}}{|\mathrm{c}(\mathrm{R_0})|_{\frac{m}{s}}} = \frac{1}{\left(\frac{|\mathrm{R}|_{m}}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{1}{8}}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_{m}}\right)^{\frac{1}{8}}$ und $\frac{1\mathrm{s}}{1\mathrm{s_0}} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_{m}}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}$

Demnach ist $|\mathrm{c}(\mathrm{R})|_{\frac{m}{s}} = \left(\frac{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}{|\mathrm{R}|_{m}}\right)^{\frac{1}{8}} * |\mathrm{c}(\mathrm{R_0})|_{\frac{m}{s}}$. Da die Dauer einer Sekunde eine Funktion von R ist, sei auch das Differenzial der Zeit eine Funktion von R: $\frac{|\mathrm{dt}|_{s}}{|\mathrm{dt}|_{s_0}} = \left(\frac{|\mathrm{R}|_{m}}{|\mathrm{R_0}|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}}$.

$\left|dt\right|_{s_0}$ ist dabei der Wert des Differenzials der Zeit, gemessen mit einem fixen Sekundenmaß, das mit dem Hubble-Radius $\left|R_0\right|_{m_0}$ und dem Meter m_0 zu einem bestimmten Zeitpunkt korrespondiert.

Die Friedmanngleichung für ein flaches Universum kritischer Dichte gemäß (41) in der Potenzdarstellung ergibt sich dann zu:

$$\left|dR\right|_m = \left|c(R)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|dt\right|_s = \left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left(\frac{\left|R_0\right|_{m_0}}{\left|R\right|_m}\right)^{\frac{1}{8}} * \left(\frac{\left|R\right|_m}{\left|R_0\right|_{m_0}}\right)^{\frac{35}{48}} * \left|dt\right|_{s_0} = \left(\frac{\left|R\right|_m}{\left|R_0\right|_{m_0}}\right)^{\frac{29}{48}} * \left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|dt\right|_{s_0} \rightarrow$$

$$\frac{\left|dR\right|_m}{\left|R\right|_m^{\frac{29}{48}}} = \frac{\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|dt\right|_{s_0}}{\left|R_0\right|_{m_0}^{\frac{29}{48}}} \qquad (42) \rightarrow$$

$$\left|dt\right|_{s_0} = \frac{\left|R_0\right|_{m_0}^{\frac{29}{48}}}{\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}}} * \frac{\left|dR\right|_m}{\left|R\right|_m^{\frac{29}{48}}} \qquad (43)$$

Integration von (43) ergibt $\left|t\right|_{s_0} = \frac{48}{19} * \frac{\left|R_0\right|_{m_0}^{\frac{29}{48}}}{\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}}} * \left|R\right|_m^{\frac{19}{48}} + b$

Wenn gemäß allgemeiner Relativitätstheorie das Universum aus einer Singularität heraus expandiert, deren extrem minimale Abmessung nicht genau bekannt ist, kann näherungsweise die Randbedingung $R \sim 0$ bei $t = 0$ formuliert werden ohne eine relevante Ungenauigkeit in Kauf zu nehmen. Damit ergibt sich für die Integrationskonstante $b = 0$ und

$$\left|t\right|_{s_0} = \frac{48}{19} * \frac{\left|R_0\right|_{m_0}^{\frac{29}{48}}}{\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}}} * \left|R\right|_m^{\frac{19}{48}} \qquad (44)$$

Für $R = R_0$ ergibt sich $\left|t\right|_s = \frac{48}{19} * \frac{\left|R_0\right|_m}{\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}}}$ bzw. $\left|R_0\right|_m = \frac{19}{48} * \left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|t\right|_s$ wenn man berücksichtigt, das bei $R = R_0$, $m = m_0$ und $s = s_0$ wird. (44) nach $\left|R\right|_m$ ausgedrückt ergibt

$$\left|R\right|_m = \frac{\left(\frac{19}{48} * \left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|t\right|_{s_0}\right)^{\frac{48}{19}}}{\left|R_0\right|_{m_0}^{\frac{29}{19}}} \qquad (45)$$

$$\left|R\right|_m \sim \left|t\right|_{s_0}^{\frac{48}{19}} \sim \left|t\right|_{s_0}^{2,526} \qquad \text{bzw.} \qquad \left|t\right|_{s_0} \sim \left|R\right|_m^{\frac{19}{48}} \qquad (46)$$

Der Term $\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|dt\right|_{s_0}$ in (42) ergibt eine differentiell kleine Entfernung mit fixem Wert, da $\left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}}$ die Lichtgeschwindigkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt mit Hubble-Radius R_0 ist und das Differential $\left|dt\right|_{s_0}$ ebenfalls einen fixen Wert hat. Berücksichtigt man, dass die Integration eine „Aufsummierung“ der differentiell kleinen fixen Portionierungen der Entfernung $\left|dR\right|_m = \left|c(R_0)\right|_{\frac{m}{s}} * \left|dt\right|_{s_0}$ darstellt, so versteht man, dass sich zufolge der Potenzdarstellung der Naturkonstanten ein nicht linearer Zusammenhang zwischen dem Hubble-Radius $\left|R\right|_m$, gemessen im jeweiligen Metermaßstab gemäß SI-Definition und der vergangenen kosmischen Zeit $\left|t\right|_{s_0}$, gemessen in einem fixen Zeitmaßstab ergibt. Obwohl unser Ausgangspunkt eine lineare Form der Friedmanngleichung für ein flaches Universum kritischer Dichte in (41) war, bringt die Potenzdarstellung der Naturkonstanten mit deren Abhängigkeit vom Hubble-Radius R also Nichtlinearität in das Ergebnis (46) der integrierten Friedmanngleichung. Die Potenzdarstellung der Naturkonstanten suggeriert also eine mit der Zeit beschleunigte Expansion des Universums. Selbst bei einem flachen Universum kritischer Dichte ergibt sich der nicht lineare Zusammenhang: $\left|R\right|_m \sim \left|t\right|_{s_0}^{2{,}526}$. Kann also bei Anwendung der Potenzdarstellung für die Naturkonstanten die Notwendigkeit der Einführung der Dunklen Energie entfallen? Eine gute Frage, die wir vorerst so im Raum stehen lassen wollen.

Übrigens: Der Exponent von $\frac{19}{48}$ in Gleichung (44) bzw. (46) ist auch bereits bei der Grobabschätzung zur kosmischen Zeit in (38) aufgetaucht.

Insgesamt gibt es also fürs erste kein kosmologisches Argument, warum die sehr erstaunliche Potenzdarstellung der Naturkonstanten nicht zutreffen sollte. Zu verblüffend sind die numerischen Zusammenhänge, die mit Hilfe der Potenzdarstellung zwischen den Naturkonstanten und der Feinstrukturkonstanten gefunden werden können, als dass man diese leichtfertig verwerfen oder ignorieren sollte.

Wenn also gemäß Potenzdarstellung die Werte aller fundamentalen Naturkonstanten auf eine, nämlich die Feinstrukturkonstante zurückgeführt werden können, bleibt die Frage warum diese den Wert 1/137,036 hat?

Selbst zu dieser Frage, warum die Feinstrukturkonstante den Wert 1/137,036 hat, könnte es eine auf geometrischen Überlegungen basierende Antwort geben. Dazu stelle man sich vor, dass der Raum stringartige Entitäten enthält, deren Volumen eng mit der Wellenlänge korrespondiert, die der Masse $m_x = [\,m_e * m_p\,]^{1/2}$ zuordenbar ist. Ordnen wir also der Masse m_x die Wellenlänge $\lambda_x = h/2\pi c m_x$ zu und berechnen mit λ_x das Kugelvolumen $V_O = \frac{4\pi\lambda_x^3}{3} = \frac{4\pi h^3}{3*8\pi^3 c^3 m_x^3} = \frac{h^3}{6\pi^2 c^3 m_x^3}$. Dann nehmen wir den Wert der maximalen Packungsdichte von Kugeln im Raum $\rho_O = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0{,}74048$ und berechnen das Bruttovolumen, das jede Kugel mit V_O bei der dichtest möglichen Kugelpackung im Raum einnehmen würde: $V_B = \frac{V_O}{\rho_O} = \frac{3\sqrt{2}h^3}{\pi 6\pi^2 c^3 m_x^3} = \frac{\sqrt{2}h^3}{2\pi^3 c^3 m_x^3}$.

Nun nehmen wir einen Kreisquerschnitt A_x mit dem Radius einer Plancklänge ($l_{pl}^2 = \frac{Gh}{c^3}$), also

$A_x = \pi l_{pl}^2 = \frac{\pi Gh}{c^3}$ und berechnen das Volumen eines Strings vom Querschnitt A_x und der Länge von 2πR, also dem Umfang eines Kreises mit dem Hubble-Radius: $V\_ = 2\pi R A_x = \frac{2\pi^2 RGh}{c^3}$.

Setzen wir die beiden Volumen gleich ($V_B = V\_$), so erhalten wir die Gleichung $\frac{\sqrt{2}h^3}{2\pi^3 c^3 m_x^3} = \frac{2\pi^2 RGh}{c^3}$. Diese Gleichung kann umgeformt werden in

$$m_x^3 = \frac{\sqrt{2}}{4\pi^5} * \frac{h^2}{RG} \qquad (47)$$

Vergleicht man die Gleichung (47) mit der Gleichung (1), also $m_x{}^3 = \frac{e^2 h}{4\pi\epsilon_o cGR} = \frac{\alpha}{2\pi} * \frac{h^2}{GR}$ so erkennt man sofort die identische Struktur der beiden. Damit die Gleichungen auch numerisch ident sein können, muss $\frac{\alpha}{2\pi} \approx \frac{\sqrt{2}}{4\pi^5}$ gelten, also

$$\frac{1}{\alpha} \approx \frac{2\pi^4}{\sqrt{2}} = 137{,}7573 \qquad \text{bzw.} \qquad \alpha \approx \frac{\sqrt{2}}{2\pi^4} = \frac{1}{137{,}7573} \qquad (48)$$

Indem wir also die Feinstrukturkonstante $\alpha = \frac{e^2}{2\epsilon_0 ch} = \frac{1}{137{,}036}$ näherungsweise geometrisch (mit einer Genauigkeit von 5,2 Promille, die der hergeleitete Wert zu klein ist) hergeleitet haben, haben wir auch die Formel (1) $m_x{}^3 = \frac{\alpha}{2\pi} * \frac{h^2}{GR}$ näherungsweise geometrisch hergeleitet. Dies ist eine mehr als erstaunliche Tatsache, die sehr zum Nachdenken anregt!

Zur Erinnerung: 2022 hat der Autor eine quantenmechanische Herleitung der Gleichung (1) mit dem Titel "Electron Mass and Proton Mass: The Derivation" durchgeführt (siehe [12]).

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen:

Wie wir gesehen haben, lassen sich die Werte der Naturkonstanten c, h, G, $e^2/4\pi\epsilon_o$ als ganzzahlige Potenzen von $\frac{2\pi}{\alpha} = \frac{4\pi\epsilon_o ch}{e^2} = 861{,}023$ und $\frac{m_p}{m_e} = 1836.15$ darstellen, sofern man ein Einheitensystem mit der Längeneinheit von 1.0128 m, der Zeiteinheit von 1.0112 s und der Masseneinheit von 1.1531 kg verwendet. Dass das verwendete Einheitssystem die Zahlenwerte der Naturkonstanten bestimmt ist eine klare und wenig überraschende Tatsache. Dass bei einem Einheitensystem, dass dem SI-System sehr nahe kommt, die fundamentalen Naturkonstanten als ganzzahlige Potenzwerte von $\frac{2\pi}{\alpha}$ und $\frac{m_p}{m_e}$ darstellbar sind, war nicht zu erwarten. Natürlich können die Naturkonstanten c, h, G, $e^2/4\pi\epsilon_o$ auch andere ganzzahlige Potenzwerte von $\frac{2\pi}{\alpha}$ und $\frac{m_p}{m_e}$, als jene, die sich bei l_x = 1,0128 m, t_y = 1.0112 s und m_z = 1.1531 kg ergeben, annehmen. Allerdings müsste man dafür ein Einheitensystem verwenden, dass zahlenmäßig weit weg von unserem als natürlich empfundenen - weil unseren vertrauten Größenordnungen entsprechenden - Maßstäben liegt. Kann es ein Zufall sein, das ein System von „Entstehungswerten“ für die ganzzahlige Potenzdarstellung genau unsere vertrauten Größenordnungen für Maßeinheiten trifft oder ist es nicht vielmehr so, dass wir unsere Existenz und Perspektive auf die Welt diesem ganz bestimmten „Entstehungswerten“ verdanken und dann natürlicherweise eben unsere Maßstäbe nach den Dimensionen dieses Wertesystems festlegen?!

Wie wir täglich beobachten können, unterliegt die Natur einem ständigen Wandel. Diesen physikalisch zu beschreiben (soweit er nicht dem puren Zufall unterliegt) und damit ein wenig prognostizierbar und beschreibbar zu machen ist das Bestreben der Naturwissenschaften. Um solche physikalische Beschreibungen nachvollziehbar gestalten zu können, bedarf es der Naturkonstanten und Maßstäbe für die Grundeinheiten. Ohne solche fixen Bezugspunkte scheitert eine über die menschliche Lebensdauer hinausreichende nachvollziehbare Beschreibung der Natur. Aber sind die Naturkonstanten in kosmischen Raum- und Zeitdimensionen betrachtet, wirklich konstant und wie sieht es mit der Konstanz unserer Grundeinheiten Meter, Sekunde und Kilogramm gemäß SI-Definition aus? Wenn diese nicht konstant wären, welche(n) Fixpunkt(e) für unsere Messungen in kosmischen Raum- und Zeitdimensionen haben wir dann noch? Zumindest einen Bezugs- oder

Fixpunkt müssen wir haben für unsere Messungen und Beschreibungen, sonst verlieren wir uns in der Beliebigkeit.

Und siehe da, die Potenzdarstellung der Naturkonstanten bietet uns einen solchen Fixpunkt an, die sogenannte Feinstrukturkonstante $\alpha = \frac{e^2}{2\epsilon_0 ch} = \frac{1}{137{,}036}$. Und woher kommt die Veränderlichkeit im Laufe der Natur? Welche Größe beschreibt den kosmischen Motor, der alles antreibt am besten? Hier bietet uns die Potenzdarstellung der Naturkonstanten den Hubble-Radius R an:

$\left| R \right| \approx \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^8 = 1{,}292 * 10^{26}$. Der Hubble-Radius wächst im Laufe der Zeit, wie wir durch kosmische Beobachtung feststellen können und mit ihm wachsen oder schrumpfen alle Naturkonstanten und Maßstäbe, je nachdem ob sie laut Potenzdarstellung zu ihm proportional oder umgekehrt proportional sind. Bei manchen Naturkostanten wie der Lichtgeschwindigkeit c, der Elektronenmasse m_p oder dem Term $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$ heben sich die Veränderungen im Zahlenwert und im dazugehörigen Einheitsmaßstab gegenseitig auf und wir können sie als konstant beobachten.

Die Potenzdarstellung der Naturkonstanten liefert uns also sowohl das zeitliche Verhalten der Naturkonstanten als auch der Maßeinheiten. So gesehen erübrigt sich also das Spekulieren, welche Naturkonstanten in Formel (1) $m_x{}^3 = \frac{e^2 h}{4\pi\epsilon_0 cGR} = \frac{\alpha}{2\pi} * \frac{h^2}{GR} = \frac{1}{861{,}023} * \frac{h^2}{GR}$ nun wirklich konstant sind und welche eigentlich veränderlich sind.

Als der Autor in seiner Arbeit "Cosmos 2.0 An Innovative Description of the Universe" [see 3] noch keine Kenntnis von der Potenzdarstellung der Naturkonstanten hatte, hat er sich instinktiv auf eine veränderliche Gravitationskonstante G und veränderliche Teilchenmassen (m_e und m_p) festgelegt um die offensichtliche Veränderung von R in (1) auszugleichen, womit er nicht ganz daneben lag. Auch aus der Perspektive der Potenzdarstellung der Naturkonstanten sind die Gravitationskonstante G und die Protonenmasse m_p die am meisten veränderlichen Naturkonstanten. Hier kompensieren die Maßstabsänderungen die Änderungen im Zahlenwert nicht. Anders bei der Elektronenmasse, wo sich die Änderungen des Zahlenwertes und die Änderung der Einheit Kilogramm gegenseitig kompensieren. Wenn man also von der Potenzdarstellung der Naturkonstanten ausgeht, haben anstelle des damals vorgestellten Cosmos 2.0 – Models die kosmologischen Konsequenzen der Potenzdarstellung der Naturkonstanten mit ihren speziellen Auswirkungen auf die einzelnen Naturkonstanten zu treten.

Wie wir gesehen haben, ist die Potenzdarstellung der Naturkonstanten gut mit der gemessenen kosmischen Rotverschiebung in Einklang zu bringen. Die kosmische Rotverschiebung aufgrund der Potenzdarstellung setzt sich dann aus zwei Komponenten zusammen, einer Komponente zufolge der zeitlichen Änderung der Wellenlänge des emittierten Lichtes und einer zweiten Komponente zufolge der Raumdehnung.

Da die Raumdehnungskomponente die Effekte der zeitlichen Zunahme der Wellenlänge des emittierten Lichtes überkompensiert, ist die Raumdehnung zufolge der Potenzdarstellung größer als jene der Standardkosmologie. Dies könnte erklären, warum das Licht weit entfernter Supernovae vom Typ 1a schwächer ist, als es die gemessene Rotverschiebung unter Annahme eines gleichmäßig expandierenden Universums erwarten lässt.

Die verstärkte Raumdehnung ist auch der Grund, warum sich bei gleicher Rotverschiebung für die Potenzdarstellung eine größere Hubble-Konstante ergibt als in der Standardkosmologie. Könnte dies die Ursache für die sogenannte „Hubble Tension“ sein, also für die Spannung, die die Bandbreite der ermittelten Werte der Hubble-Konstanten unter Standardkosmologen hervorruft?

Dass die Potenzdarstellung der Naturkonstanten eine beschleunigte Expansion des Kosmos suggeriert, haben wir auch durch die Lösung der Friedmanngleichung für ein flaches Universum kritischer Dichte in Potenzdarstellung gezeigt. Alles in allem spricht vieles für einen fundamentalen Zusammenhang der grundlegenden physikalischen Konstanten über die Feinstrukturkonstante als Basiskonstante bzw. Fixpunkt und dem Hubble-Radius als Variable, die dem Kosmos in der Potenzdarstellung eine zeitliche Entwicklung vorgibt. ☺

Referenzen:

[1] "Units and Reality" by Helmut Söllinger, 2020, http://viXra.org/abs/2004.0508

[2] "The Code of Nature" by Helmut Söllinger, 2012, http://viXra.org/abs/1301.0110

[3] "Cosmos 2.0 An Innovative Description of the Universe" by Helmut Söllinger, 2014, http://viXra.org/abs/1403.0949

[4] "Running Coupling Constants" by Sabine Hossenfelder, https://backreaction.blogspot.com/2007/12/running-coupling-constants.html

[5] "Atom- und Quantenphysik, 8. Auflage" by Hermann Haken and Hans Christoph Wolf, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2004, p. 197-204

[6] "Atom- und Quantenphysik, 8. Auflage" by Hermann Haken and Hans Christoph Wolf, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2004, p. 107

[7] "Kosmologie – Die größte Geschichte aller Zeiten" by Josef M. Gaßner and Jörn Müller, Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 2022, p.179 and p. 334

[8] " Six indications of radical new physics in supernovae 1a" by L. Clavelli, 2018, https://arxiv.org/abs/1706.03393v1

[9] "Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae" by the Team of S. Perlmutter, 1998, https://arxiv.org/abs/astro-ph/9812133v1

[10] "Hubble Tension Headache: Clashing Measurements Make the Universe´s Expansion a Lingering Mystery" by Leila Sloman, Scientific American, July 2019, https://www.scientificamerican.com/article/hubble-tension-headache-clashing-measurements-make-the-universes-expansion-a-lingering-mystery/

[11] "Kosmologie – Die größte Geschichte aller Zeiten" by Josef M. Gaßner and Jörn Müller, Fischer Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 2022, p.127-138

[12] "Electron Mass and Proton Mass: The Derivation" by Helmut Söllinger, 2022, https://vixra.org/abs/2202.0032