Die Erklärung der Dunklen Energie

Achtung! Stand am 3.11.2022

Um den allgemeinen Zugang über Internet zum ermöglichen, stelle ich einen unfertigen Stand meiner Lösung im Internet zum Ansehen oder Herunterladen bereit.

Das geschieht als vorläufige Stellungnahme zu dem heutigen Vortrag im Palitzsch-Museum, dazu das Zitat der Vortragsankündigung:

Donnerstag, 3. November, 19 Uhr, Mehrzweckraum des Palitzsch-Museums

Die Dunkle Materie - ein immer noch ungelöstes Rätsel der modernen Kosmologie

Es ist eine der spannendsten Fragen der modernen Kosmologie: Gibt es Dunkle Materie? Einer erdrückend massiven Indizienlast zu ihrer Existenz steht jedoch eine ernüchternd erfolglose Suche nach dieser rätselhaften Materieform gegenüber. Der Referent, der als Ingenieur in der Privatwirtschaft tätig ist, wirft einen Blick auf den aktuellen Stand der Forschung und erklärt, wozu man sie überhaupt benötigt. Ist sie womöglich doch nur eine "Täuschung" und eine Sackgasse der Forschung? Was glauben wir - was wissen wir - was glauben wir nur zu wissen?

Mit Holger Pötschick, Berlin

Ende Zitat

Mit Herrn Pötschick hatte ich bereits einen Kontakt per E-Mail. Er hat mir keine Details vom Vortragsstoff verraten. Ich will nach dem Vortrag entscheiden, wie ich den Vortragsinhalt bewerte und welche Schlüsse ich daraus für meine Lösung ziehe. Das kann noch Änderungen oder gänzlichen Rückzug meiner Lösung bewirken.

Dresden 3.1.2022 14:30 Uhr Helmar Gerd Becker

Die Erklärung der Dunklen Energie

1. Vorwort

Verglichen zu Kenntnissen vor Jahrzehnten sind inzwischen Daten zur kosmischen Hintergrundstrahlung bekannt, die ein bestehendes „Ebenes Weltmodell“ stützen. Damit legen wir die beschleunigte Expansion in hintere Schubladen und denken darüber nach, ob wir mysteriöse Dunkle Energie und ebenso schleierhafte Dunkle Materie noch benötigen. Bei dieser Entscheidung ist ein Haken aber nicht bedacht. Die Weltmodelle von Albert EINSTEIN entstanden zu einer Zeit, als die Polarisation des Kosmoss, die in der Erörterung hier zur Lösung benutzt wird, nicht diskutiert wurde. Dürfen wir also das Weltmodell von EINSTEIN, das ohne die elektrischen und magnetischen Kräfte geschaffen wurde überhaupt verwenden? Ich sage: „Nein, welche Lösung hätte EINSTEIN parat, wenn er die elektrische Polarisation des Kosmos gegen die Gravitation berücksichtigen würde, dabei eingeschlossen die Gesetze der Kinetik und der Allgemeinen Relativitätstheorie?“
Die hier propagierte Lösung des polarisierten Kosmos hat mehrfache Bestätigungen in heute bekannten Beobachtungen. Sie hat aber auch eine Schwierigkeit bei der optischen Linsenwirkung, die an großen Galaxienhaufen als real gilt und die neben der nicht „NEWTONschen“ Geschwindigkeitsverteilung zum Postulat einer Schwarzen Materie geführt hat. Die kinetische Frage: „Wer oder was löst denn die NEWTONsche Gechwindigkeitsverteilung in Galaxien auf?“ ist mit den magnetischen Folgen der kosmischen Polarisation gut lösbar. Die Ablenkung der Photonen, die optische Linsenwirkung lässt sich bisher nur spekulativ erfassen.
Vor reichlich 11 Jahren geriet ich durch das Unglück von Fukushima auf die Erklärung der kosmischen Polarisation. Wenn EINSTEIN eine Krümmung des Raumes durch Gravitation für seine Geodäten braucht und so schnelle Ergebnisse liefert ist das ja gut. Ich gehe in Gegendarstellung davon aus, dass die Gravitation die Beziehungen der Massen ändert. Dann brauchen wir den Raum, das Nichts, nur für die Bewegungsmöglichkeiten, ohne ihn zu ändern. Ob damit die Bewegungen so elegant beschreibbar sind, wie durch EINSTEIN ist die Frage? Im Kosmos oder im Büro, Raum kann man nicht sehen und nicht messen. Man sieht nur Körper und Wellen. Körper müssen entweder selbst leuchten oder Wellen reflektieren, um sichtbar zu sein. Raum habe ich noch nie gesehen, denn Nichts ist nicht sichtbar.

2. Die Quelle der Dunklen Energie und Schwarzen Materie

2.1. Beschuss mit Gamma-Quanten an Sternoberflächen

Wissenschaftler haben uns erklärt, dass Gammaquantenenergie aus den zentralen Kernfusionsbereichen der Sterne sehr lange braucht, bis sie die abstrahlende Oberfläche erreicht. Wenn sie die Oberfläche erreicht hat, ist die Energie immer noch genügend groß, um die vorherrschenden Wassstoffatome zu ionisieren. Beschreiben wir nun die Nachteile, die Protonen gegenüber Elektronen haben, mittels Photonenenergie vom Stern los zu kommen. Erster Nachteil ist die größere Masse (~ 938 MeV), zweiter Nachteil ist der wesentlich geringere Wirkungsquerschnitt, dritter Nachteil ist nochmals die größere Masse. Warum ist die Masse zweimal angegeben? Beim 1. Nachteil geht es darum, dass selbst beim optimalen COMPTON-Stoss des Photons das Proton nur eine kleinere Geschwindigkeit erhalten kann. Beim 2. Nachteil leuchtet uns ein, dass Protonen wesentlich seltener getroffen werden. Beim 3. Nachteil geht es darum, dass wegen der größeren Masse Protonen wesentlich mehr Energie zum Steigen aus dem Schwerefeld eines Sternes brauchen. Die Elektronen mit 0,511 MeV sind dagegen dicke, leichte, Ballons. In einer früheren Rechnung hatte ich die Nachteile 2 und 3 nicht berücksichtigt, Man kommt dann nur auf etwa 2 kV Potentialnachteil für Protonen gegen die Elektronen. Für eine sehr grobe Schätzung nehmen wir Nachteile 1 und 3 mit 1837 * 1837 in die Rechnung, ob man das Verhältnis der Wirkungsquerschnitte aus dem Quadrat der COMPTON-Wellenlängen abschätzen kann? Wir nehmen das Verhältnis mal so. Mit einem Verhältnis von $2{,}43 * 10^{-12} / 1{,}32 * 10^{-15}$ und dessen Quadrat komme ich auf $\sim 11{,}44 * 10^{12}$ als Vorteil eines Elektrons. Wenn man das als zeitlichen Vorlauf an der Sonne ansieht, an der ein Elektron ungefähr 1 eV zum Flüchten braucht, bedeutet das, dass ca. 11 Billionen Elektronen abgedampft sind, bevor 1 Proton das schafft. Das Potenzial der Sonne könnte also bis ca. 11 Billionen Volt steigen, bis durch das angestaute Potenzial der Nachteil ausgeglichen ist und gleichviel Protonen und Elektronen je Zeiteiheit die Sonne verlassen.
Die koronale Beschleunigung ist damit zwanglos erklärbar, denn die Protonen von der Sonne fallen nun von einem Sperrpotenzial gewaltiger Höhe in der Korona in das tiefe Loch der negativen Umgebung.

2. 2. Die Ladungstrennung durch COMPTON-Stöße nach dem Großen Knall

Die gegenwärtige Bezeichnung „Urknall“ für das auslösende Ereignis der Expansion unseres Kosmos wird hier bewusst vermieden. Diese Bezeichnung liegt zu nahe an einem „Schöpfungsakt“, der aus dem Wirken eines massefreien Geistes alle Energie und damit Massen aus Nichts erschaffen haben soll. Die Physik von heute benutzt Erhaltungssätze erfolgreich zur Klärung der Naturerscheinungen. Die Erhaltung der Energie hat sich bisher in den Naturerscheinungen stets als Grundprinzip erwiesen. Man denke z. B. an das Hin-und Her der Masse bzw. Energie der Neutrinos.
Von allen thermonuklearen Vorgängen ist der Große Knall mit seiner Energiemenge das größte vorstellbare Ereignis und wir dürfen Erkenntnisse an natürlichen und künstlichen thermonuklearen Ereignissen unserer Welt auch auf diesen anwenden.
So lautet die Grundthese dieser Diskussion:
Im Gefolge des Großen Knalles, ungenau als Urknall bezeichnet, haben energiereiche Photonen Energie auf Elektronen durch COMPTON-Stöße übertragen. Die beschleunigten Elektronen spannen ein elektrisches Feld auf, das danach die leuchtende Materie mit positiver Überschussladung auseinander zieht.
Die NEWTONschen Bahnen der Sterne um galaktische Zentren sind instabil gegen radiale Kräfte. Gemeinsam mit magnetischen Kräften der Galaxien, dem Querdruck der Stromschleife, bewirken die elektrischen Kräfte die Auflösung der elliptischen Galaxienform in die Spiralarmform. Dabei bleibt die Geschwindigkeit ursprünglich innerer Bahnen erhalten und wird durch die Radialkraft noch vergrößert, so dass die NEWTONsche Geschwindigkeitsbeziehung nicht mehr gilt.

2. 3. Natürliche und künstliche Beispiele der Elektronenflucht

Die **Elektronenröhre** ist das kleinste und einfachste Beispiel und seit über 100 Jahren ist der RICHARDSON-EDISON-Effekt bekannt. Ein glühendes Metall bildet um sich eine Elektronenwolke aus. Auch ohne Anodenspannung entsteht um die Katode einer Elektronenröhre die negative Raumladungswolke von Elektronen, die mittels Energieübernahme von Phononen die Austrittsarbeit erhalten haben. Durch das „Ausdampfen“ der Elektronen bei einigen 100 Grad wird die Katode positiv.
Eine größere Erscheinung ist der **Nukleare Elektromagnetische Impuls, NEMP**, durch Kernfusionsbomben in der oberen Atmosphäre. Die energiereichen Gamma-Photonen ionisieren Gasatome der Atmosphäre und blasen die Elektronen als schnellsten Teil zur Eroberfläche. Vor dem Eintreffen der langsameren Ionen schädigt die Elektronenlawine die Energieversorgungseinrichtungen und IT-Verbindungen und -Geräte.
Damit sind zwei Beispiele aus der Technik bekannt. Die Sterne zeigen uns ein natürliches Beispiel der nächsten Größenordnung. Wir betrachten die **koronale Beschleunigung der Sonne**. Elektronen können sich schon mit Energien der Größe 1 eV aus dem Gravitationsfeld der Sonne lösen. Wegen der höheren Masse sind beim Proton wie in 2.1. grob geschätzt wesentlich höhere Energien nötig. Elektronen werden somit von Photonen schnell ins All getrieben, ein riesiger Protonenüberschuss verbleibt am Fixstern. Dieser kann nicht unbegrenzt anwachsen, denn mit wachsender Anzahl steigt das Potenzial der Sternoberfläche, hemmt die Elektronen und fördert die Ablösung der Protonen. Das Potenzial wächst, aber nur solange, bis je Zeitabschnitt gleichviel Elektronen und Protonen den Fixstern verlassen. Nun fallen die Protonen von einem hohen Potenzial in ein negatives Loch der Sternumgebung und gewinnen so die Energie der koronalen Beschleunigung während die Elektronen gegen das negative Potenzial anlaufen müssen. Ursprünglich wurde in meinen früheren Betrachtungen diese Ladungstrennung an den Fixsternen als alleinige Ursache der Dunklen Energie angesehen, jedoch ergaben Energieberechnungen, dass die von den Fixsternen in ihrer gesamten Strahlungszeit umgesetze Energie zu gering im Vergleich zur insgesamt nötigen Energie ist. Weiter ist die Zeit der starken Elektronenabstrahlung für die Potenzialbildung und Angleichung der Stromstärken von Elektronenstrom und Protonenstrom nur kurz gegen die Lebensdauer eines Sterns.
Die Betrachtungsweise, dass die Protonen von einem hohen Potenzial der Fixsterne in die negative Umgebung fallen, ist in 2.1. schon genannt, wird aber bei Erörterungen zur Ursache der koronalen Beschleunigung in der Wissenschaft bisher ignoriert. Intensität und Wellenlängen der koronalen Strahlung stützen das Potenzialmodell. Für die Polarisierung von sichtbarer Materie und dem Elektronenhalo im Kosmos wird hier hauptsächlich der Große Knall verantwortlich gemacht. Im Kosmos gleichen sich die Fluchtgeschwindigkeiten der Protonen an, bei der Rekombination entstehen flüchtige neutrale Atome. Elektronen verlieren Energie gegen das bestehende Feld, Protonen gewinnen Energie aus diesem. So kann eine junge Sternengeneration aus diesem Material bereits flüchtend sein.

3. Die Abspaltung der Schwarzen Materie und weitere Wirkungen

3.1. Schwarze Materie

Etwas unterschwellig wurde schon nahegelegt, dass Dunkle Energie und Schwarze Materie eine gemeinsame Ursache haben. Wenn die leuchtende Materie der Galaxien positiv geladen ist, muss die Rotation der Galaxien von Anfang an ein Magnetfeld der Galaxien zur Folge haben. Dem Kenner der Elektrophysik ist gut bekannt, dass ein Magnetfeld einer Leiterschleife durch die parallelen inneren Feldlinien eine Kraft zum Aufweiten der Leiterchleife entwickelt. Die Newtonsche Gleichgewichtsbedingung der sogenannten Fliehkraft ist empfindlich gegen radiale Zusatzkräfte. Erfolgt eine radiale Verschiebung zum Zentrum stürzt die umlaufende Masse und erlangt Geschwindigkeitszuwachs der über die Zunahme der Trägheitskraft die Bahn stabilisiert. Bei Kräften, die radial nach außen wirken gelangt die umlaufende Masse in eine elliptische Bahn und bei dauerndem Wirken der zusätzlichen Radialkraft in die Fluchtbahn und löst sich damit ganz vom Zentralkörper. Unabhängig von der Größe der Zusatzkraft wird die Newtonsche Bindung gelöst, die Größe der Zusatzkraft bestimmt nur die Geschwindigkeit der Umwandlung der elliptischen Galaxie in die Scheibenform und deren Umwandlung in die Spiralform.. Das Magnetfeld hat dabei noch die weitere Wirkung, dass es die einzeln Stromfäden umschnürt und so die Umwandlung in Arme oder Ringe fördert.

3.2. Die Unsicherheit beim Gravitationslinseneffekt

Wir freuen uns heute noch über den Erfolg von EINSTEIN bei der vorhergesagten Ablenkung der Bildpositionen hinter der Sonne stehender Sterne während der Sonnenfinsternisse Anfang des 20. Jahrhunderts. Bei der Beurteilung des Gravitationslinseneffektes starker Galaxienhaufen, den wir ja sehen treten Zweifel auf, ob dieser insgesamt allein der Schwerkraft zugeordnet sein kann. Die außerordentliche Stärke der elektrischen und magnetischen Kräfte gegen die Gravitation bedingt nämlich, dass die nötigen Feldmassen kleiner bleiben als bei gravitativer Erregung erforderlich. Damit geht der Zweifel einher, ob der optische Linseneffekt ausschließlich der Gravitation anzurechnen ist. Dieser Zweifel nährt aber auch Zweifel, dass die der Gravitation zugeordnete bekannte Lichtablenkung wirklich ausschließlich der Gravitation entspringt. Liest man über die Ablenkung des Photons im Schwerefeld bei Wikipedia, so erfährt man überraschend, dass die Ablenkung doppelt so groß sei wie die, die aus der Masseberechnung mit Lichtgeschwindigkeit und Wirkumsquantum sich ergebende. Wo kommt diese Verdopplung her? Hat die Gravitation eventuell doch eine elektrische Komponente, die gleiche Wirkung wie die Schwerkraft erzeugt? Warum wirkt diese aber nicht auf Körper mit Ruhemasse?

3.3. Eine andere Erklärung des Hintergrundrauschens

Schon angesprochen war die Angleichung von Protonengeschwindigkeit und Elektronengeschwindigkeit außerhalb der Korona. Was für die Protonen das tiefer werdende Loch (Negatives Elektronenhalo) des Kosmos ist, ist für die Elektronen ein Anstieg im Gelände. Einerseits dadurch, andererseits durch COMPTON-Stöße mit Energieübertragung entstehen Paare, die kombinieren können. Unterschiede der Quellen, Richtungen und Zeiten sind genügend vorhanden, um ein Rauschen der Lyman-alpha Strahlung zu erzeugen. Begründet durch hohe Fluchtgeschwindigkeit verschiebt sich das Rauschspektrum relativistisch vom Ultraviolet in den hohen Funkbereich bei 1,4 mm Wellenlänge. Der GZK-Cutoff von Teilchen mit Primär-Energien der Pierre-Auger-Detektoren hebt sie von größeren Wellenlängen noch etwas zu kürzeren an. Angesprochen ist das Hintergrundrauschen als stark rotverschobener Strahlungsrest von Rekombinationen schon lange als vom gedachten Ablauf des großen Knalls. Hier wird die Meinung verteten, dass die räumlichen und zeitlichen Schwankungen sowohl zum Großen Knall als auch zu rezenten Sternenprozessen passen und dass wir die Verebnung eines Knitteruniversums dazu nicht benötigen.

3.4. Eine „Denkpause“ des Universums im Knallverlauf?

Wenn wir Licht durch durchsichtige Werkstoffe treten lassen, ist uns die Brechung gut bekannt. Ein Werkstoff hoher Brechung hat in der Regel auch hohe Dielektrizitätskonstante. Man findet in der anleitenden Literatur aber kaum die Darlegung, wo die Brechung erfolgt. Mit der Nachrichtentechnik korrespondierend muss man annehmen, dass die im Vergleich zu den Atomkernen riesigen Elektronenschalen die Orte der Brechung bzw. Verlangsamung der Lichtwellen sind.

Dabei sind die Lichtwellenlängen noch größer als Atomdurchmesser, aber die Energiedichten der Elektronenfelder bestimmen die Dieletrizitätskonstanten und damit die Geschwindigkeit der Nachrichtenübertragung. Was wäre, wenn vor dem Durchsichtigwerden nach dem großen Knall eine gewaltige Energiedichte die Dielektrizitätskonstante so erhöht hat, dass die Zeit viel langsamer vergeht? Dann brauchen wir eigentlich keine Inflation des Raumes, weil nach heutigen Bedingungen eine viel höhere Zeit zur Verfügung stand.

3.5. Die Pierre-Auger-Energien passen dazu

Die Primärenenergien von Partikeln, die in Pierre-Auger-Detektoren festgestellt werden sollen, sind so gewaltig, dass man sich noch scheut, Thesen ihrer Entstehung zu publizieren. Ferner wäre mit dem GZK-Cutoff eine COMPTON-Streuung an der Hintergrundstrahlung wirksam, die die eigentliche Startenergie verringert. Eine Ursache dieser hohen Teilchenenergien kann ich mir in den Jets sehr aktiver Galaxien mit zentralen Schwarzen Löchern vorstellen. Am Schwarzen Loch will die Gravitation zeigen, was sie drauf hat. Mit Riesenkraft vor dem Schwarzschildradius packt sie positive Raumladungsgebiete, die sich mit Hilfe des Elektronenhalos in der Schwebe halten, hart an. Die Beschleunigung zum schwarzen Loch vergrößert die Geschwindigkeit und verkleinert den Bahnradius. Dadurch vergrößert sich die axiale Magnetfelddichte enorm, die nun in der Lage ist, durch die Lorentzkraft die Bewegung der Protonen auf achsparallel umzubiegen. Damit können auch nicht ganz achsparallel gelenkte Ladungsträger den Gefahrenbereich des Schwarzen Loches verlassen. In weiterer Umgebung sind weitere Beschleunigungen der Protonen denkbar, die vielleicht die Piere-Auger-Startenergien ergeben,

4. Berechnungsmodell für die Ladungen und Potenziale Achtung! Unvvollständig

4. 1. Die kinetische Energie zum Verlassen der NEWTON-Bindung

Aus dem Vergleich der Energiefreisetzung des Großen Knalls mit den bekannten technischen und natürlichen thermonuklearen Ereignissen ergibt sich der Schluss, dass die Abtrennung und Beschleunigung von Elektronen durch COMPTON-Stöße von Photonen die jemals stärkste gewesen sein kann. In Erörterungen zum Ablauf nach dem Urknall findet man die Angabe zu einem beachtlichen Anteil von Protonen in der Materie vor der Bildung von Galaxien. Über den Verbleib der zugeordneten Zahl von Elektronen wird in der Regel nicht diskutiert. Hier wird diese Ladungstrennung als Ursache der Wirkungen angesehen, die in der gegenwärtigen Kosmologie einer unbekannten Materieart zugeschrieben werden. Der erhebliche Unterschied der Stärke elektrischer Felder gegen die Stärke der Gravitation ist lange bekannt, so dass in Atomphysik und Kernphysik die Gravitation bei den Energieverhältnissen unberücksichtigt bleiben kann.
Hier ergibt sich daraus, dass bei einer Wirkung einer Polarisierung im Kosmos, die elektrische Kraft gegen die Gravitation wirkt und die Größe der Kraft aus elektrischen Feldberechnungen hervorgeht. Dabei muss die bisher als Gravitationslinsenwirkung durch Schwarze Materie erklärte Lichtbeugung an Galaxien und Galaxienhaufen ebenfalls durch elektrische Wirkung erklärbar sein. Über die die dazu nötige Lichtbeugung durch dielektrische Kräfte auf Photonen in inhomogenen elektrischen Feldern liegt noch keine Diskussion in der Koasmologie vor. Kosmologische Modelle sind in der Regel mit großer Unsicherheit der Parameter behaftet. Das ist auch bei dem folgenden Berechnungsmodell für die Ladungsdichte der Galaxien der Fall.
Die Frage, welche Vereinfachungen der Berechnungsschritte zulässig sind, kann persönlichen Wertungen unterliegen.

Eine Galaxie im frühen Stadium wird vereinfacht als elliptisch angenommen. Die Bahnen der Sterne eines äußeren Massanteils seien stationär, das heißt die Kreisbahnbedingung ist erfüllt:

$$v = \sqrt{GM/r}$$

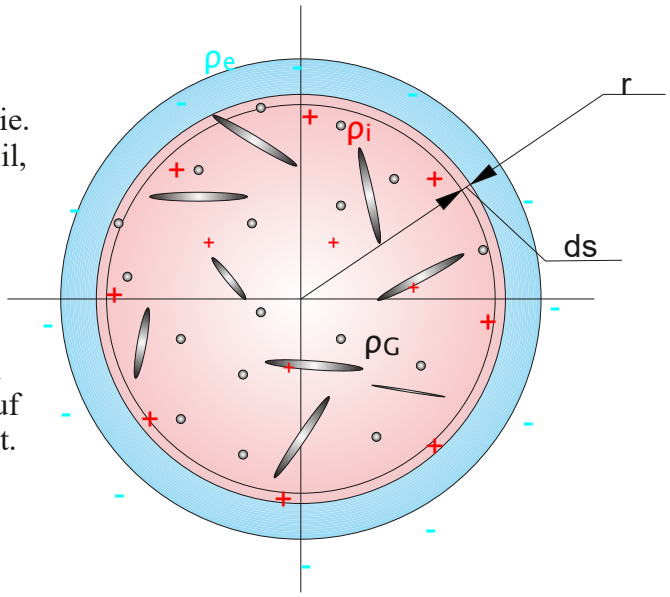
Aus der Raumfahrt ist uns die Fluchtgeschwindigkeit bekannt:

$$v = \sqrt{GM/2r}$$

Heben wir durch eine radial wirkende Kraft bei unveränderter Tangentialgeschwingikeit einen Masseteil vom Radius r auf den Radius 2r an, so ist die ursprüngliche Kreisbahngeschwindigkeit nun die Fluchtgeschwindigkeit aus der Galaxie. Eine ursprüngliche Kreisbahn führt so über eine zeitweilig elliptische Bahn zur Parabelbahn und zum Verlassen der Galaxie. Dafür sehen wir hier sowohl den Zug des negativen Elektronenhalos, die bisher als Dunkle Energie bezeichnete Komponente, als auch die Druckkraft der Magnetschleife der kreisenden Protonen, die wir bisher der Schwarzen Materie zuordneten, als verantwortlich an.

4. 2. Die Abschätzung der Ladungsdichte am Expansionsmodell

Bild 4.2.
Kugelkondensator als Modell für die Berechnung der elektrostatischen Kraft auf die sichtbare Materie. Die elektrische Ladungsdichte ρ_i , ionisierter Anteil, wird mit der Massendichte ρ_G, Dichte für die Gravitationskraft, zum Kraftvergleich verwendet.



Man erhält die Bedingung für eine Mindestladungsdichte im positiv geladenen Kosmos, wenn die Gravitation übertroffen werden soll. Der abstoßende Magneteffekt der Galaxien auf die Einzelsterne ist dabei noch nicht berücksichtigt.

$$\boxed{\rho_i \geq \rho_G \sqrt{8 \pi \varepsilon_0 G}}$$

Die Ladungsdichte ist für uns an sich uninteressant. Eine Vorstellung erhalten wir, wenn wir bestimmen, wieviele neutrale Atome von einem Proton gegen die Gravitation festgehalten werden. Einerseits wird ein einziges Proton, z. B. auf der Sonne von der Gesamtschwerkraft der Sonne festgehalten. Das hatten wir bei der Potenzialabschätzung angewandt. Dieser Kraftanteil hat nun eine nach außen wirkende Zugkraft durch das Elektronenhalo als Gegenspieler, die hier für die beschleunigte Expansion verantwortlich gemacht wird. Die Fixsterne schleppen dabei noch einen Anteil nicht strahlender Materie mit.
Momentan finde ich in mehreren Versionen die Berechnungseinzelheiten dazu nicht mehr. Das Ergebnis lag ungefähr bei $1{,}2 * 10^{18}$ Protonen, die von einen ionisierten H-Atom (H^1) gehalten werden. Bei MUCHIN, „Unterhaltsame Kernphsyik“, finde ich auf S. 105 die Bestätigung und die Erläuterung, welches geringe Volumen der ionisierte Anteil in einem Feststoff einnehmen würde.