

# Gravitationslinsen funktionieren ohne Dunkle Materie

Dipl.-Ing. Peter Pohling, Palitzsch-Gesellschaft Dresden

Stand Juni 2016

Albert Einstein korrigierte 1917 den Wert für die Lichtablenkung *in Sonnennähe* mit der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) um den Faktor 2. Diese Vorhersage wurde 1919 bei einer Sonnenfinsternis bestätigt. Das war ein Meilenstein der Physik-Geschichte. Die Licht-Ablenkungswinkel  $\beta_S$  am Rand von Sternen verkleinern sich mit wachsenden Abständen  $R$ . Fritz Zwicky vermutete 1937, dass auch Galaxien das Licht ablenken und fokussieren. 1978 wurde anhand übereinstimmender Spektren der erste „falsche“ Doppelquasar 0957+561 A, B identifiziert. Inzwischen wurden tausende Doppel- und Mehrfachbilder von Hintergrundobjekten beobachtet.

Aber wie entstehen Lichtablenkungen bei Galaxien mit Milliarden von Sternen und Ausdehnungen von einigen zehntausend Lichtjahren? Einsteins Gravitationstheorie ergibt mit den beobachtbaren Massen von Galaxien und Galaxien-Clustern zu geringe Lichtablenkungen. Aus dieser Diskrepanz entwickelten die Kosmologen gemeinsam mit den Teilchenphysikern ein neues Forschungsgebiet: Die Suche nach unsichtbarer Masse, die Dunkle Materie genannt wird. Gravitationslinsen werden gern als Kronzeugen für diese unsichtbare Materie angesehen. Führen die Konsens-Gravitationstheorien in eine Sackgasse?

## 1. Über die Hypothese Dunkler Materie

Für *starke* Gravitationsfeldstärken in Sonnen-Nähe liefert die ART die Werte für die Lichtablenkung und für die Periheldrehung des Merkurs. Newtons Theorie konnte das nicht erklären. Bei *geringeren* Feldstärken gehen Einsteins Bewegungsgleichungen „in die Newtonschen über“ [1]. Aber möglicherweise entsprechen bei *sehr* geringen Feldstärken *beide* Theorien nicht der Wirklichkeit. Um die erheblichen Abweichungen zwischen den Konsens-Gravitationstheorien und den Beobachtung zu eliminieren, wurde die Hypothese der nichtleuchtenden Dunkel-Materie (DM) aufgestellt. Die Verteilung Dunkler Materie muss raffinierten geometrischen Anforderungen entsprechen:

Sie darf erst *ab bestimmten Abständen* vom Zentrum der Systeme (Galaxien, Galaxien-Cluster) wirken. Diese Abstände werden aktuell *Skalenradien* genannt [2]. Dafür wurden mathematische Modelle kugelförmiger Halos aus kalter Dunkler Materie (CDM) konstruiert. Der elegantere Weg ist die *Vorhersage* der beobachteten Geschwindigkeiten und Lichtablenkungen mit erweiterten Theorien.

## 2. Die beobachteten Geschwindigkeitsverläufe bei Galaxien

**Bild 1** zeigt die Abstandsabhängigkeit der Bahngeschwindigkeiten von Sternen in Spiralgalaxien.

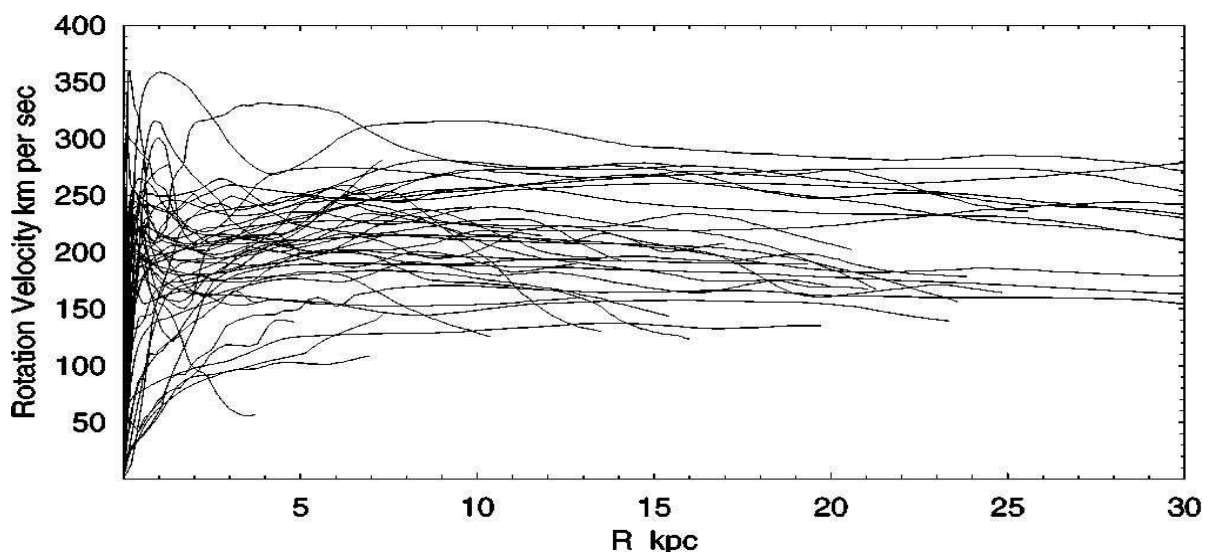


Bild 1: Rotationsgeschwindigkeiten von Sternen in Spiralgalaxien, aus [3],  
1 kpc (Kiloparsec)  $\approx 3,086 \cdot 10^{19}$  m.

Die Quadrate der Umlaufgeschwindigkeiten  $v_N$  sind die Gravitationspotenziale

$$\Phi_N = G \cdot \frac{M}{R} = G \cdot \frac{M(R)}{R} = v_N^2. \quad (1)$$

Die Geschwindigkeiten fallen bei den Konsens-Gravitationstheorien nach Gl. (1) mit zunehmenden Abstand  $R$  hyperbelförmig ab. Allerdings wird größtenteils das Gegenteil beobachtet. Ab ca. 8 kpc bleiben die Geschwindigkeiten im **Bild 1** konstant oder sie steigen bei zunehmender Masse  $M(R)$  an. Der Radius  $R$  der Scheibe unserer Milchstraße reicht bis etwa 20 kpc. Am Rand der Scheibe liegen die Sternengeschwindigkeiten bei 225 km/s. Mit der beobachtbaren Masse  $M$  müssten nach Gl. (1) am Rand der Milchstraße die Geschwindigkeiten jedoch deutlich geringer sein.

Als Vera Rubin so hohe Sternengeschwindigkeiten auch in benachbarten Galaxien beobachten konnte, wurde vor fünf Jahrzehnten die Suche nach unsichtbarer Materie forciert. Die Suche nach neuen Partikeln als Kandidaten für die Dunkle Materie ist eines der Top-Themen am LHC in Genf. Die Experimente laufen bis 2032. Dann ist Zwicky's Zusatzmaterie-Hypothese 100 Jahre alt. Richtig aufwendig ist der Nachweis von DM-Partikel-Kandidaten in den vermeintlichen Halos aus Dunkler Materie. Gibt es einen besseren Weg für die Lösung des kostspieligen Dilemmas?

### 3. Die Konstant-Potenzial-Hypothese – die Antithese zur Dunkel-Materie-Hypothese

Da die beobachteten hohen Bahngeschwindigkeiten und Lichtablenkungen von den Vorhersagen der aktuellen Gravitationstheorie erheblich abweichen, sind alternative Ideen und Denkweisen gefragt.

Für abweichende Beobachtungen gegenüber Theorien gibt es zwei grundsätzliche Lösungswege:

1. Die Differenzen zwischen Beobachtungen und Theorien werden durch *Hilfsannahmen* erklärt.
2. Die Differenzen werden durch die *Weiterentwicklung* der Theorien beseitigt.

In der Physik-Geschichte wurde häufig der 1. Weg solange gewählt, bis Theorien ohne zusätzliche Parameter die Beobachtungen vorhersagen können.

Dazu drei exemplarische Beispiele und eine Vermutung:

- Die *Epizykel* als Ergänzung zu den hypothetischen Kreisbahnen von Planeten konnte Kepler 1609 mit den zuerst beim Mars empirisch gefundenen elliptischen Bahnen eliminieren.
- Der Zusatzstoff *Phlogiston* galt zwei Jahrhunderte als bewiesen, weil mit der hypothetischen Substanz alles erklärbar war. Lavoisiers Oxidationstheorie beseitigte 1785 diesen Irrweg.
- Die Hypothese eines *zusätzlichen Planeten* (Vulkan) wurde überflüssig, als Einsteins Relativitätstheorie 1915 die Periheldrehung des Merkurs ohne Zusatzannahmen beschrieb.
- Die Hypothesen *zusätzlicher Planeten* (Nine, X) können entfallen, wenn Gravitationstheorien die Dynamik unseres Sonnensystems bei *sehr geringen* Feldstärken besser abbilden.

Einstein hat für den Bereich der *sehr starken* Gravitationsfeldstärken Newton's Theorie hervorragend weiterentwickelt. Für den Bereich der *geringen* Gravitationsfeldstärken geht Einstein's Theorie jedoch in Newton's Theorie über. Die Dunkel-Materie-Hypothese wird dann überflüssig, wenn Einstein's ART für den Bereich der *sehr geringen* Gravitationsfeldstärken an die messbare Realität angepasst wird.

D.h., die Weiterentwicklungen für *sehr schwache* Feldstärken müssen sich an den Beobachtungen orientieren. Im **Bild 1** erstrecken sich die annähernd konstanten Geschwindigkeiten über einen erstaunlich großen Bereich. Um mit der Gl. (1) diese beobachteten konstanten Geschwindigkeiten zu erhalten, müssten bei Zunahme der Bahnradien  $R$  die Massen  $M$  kontinuierlich anwachsen. Solche hypothetischen Halos aus Zusatz-Materie vermuten und berechnen aktuell die Kosmologen [2].

Die Theorien des 2. Lösungsweges müssen die *konstanten* Geschwindigkeiten *vorhersagen* und dabei mit den Massen  $M(R)$  des Newton-Potenzials von Gl. (1) auskommen. Die drei Forderungen lauten:

- I. Die konstanten Quell-Potenziale  $\phi_K$  müssen die variablen Newton-Potenziale  $\phi_N$  ergänzen.
- II. Die konstanten Quell-Potenziale  $\phi_K$  dürfen nur von den *sichtbaren* Massen  $M$  abhängen.
- III. Die baryonischen System-Massen  $M$  sollen die Konstant-Radien  $R_K$  der Systeme ergeben.

Das resultierende Gesamt-Potenzial

$$\Phi_R = \Phi_N + \Phi_K = \frac{GM}{R} + \frac{GM}{R_K} = v_N^2 + v_K^2 = v_R^2 \quad (2a)$$

der **Potenzial-Hypothese** setzt sich nach den Forderung I und II zusammen aus

- den bekannten Newton-Einstein-Potenzialen  $\phi_N$  nach Gl. (1) und aus
- den Konstant-Potenzialen  $\phi_K$ , die *nicht von den variablen Distanzen  $R$*  abhängen dürfen.

Die *Konstant-Radien  $R_K$*  liefern die Konstant-Potenziale  $\phi_K$ . Diese dominieren die resultierenden Potenziale  $\phi_R$  zunehmend. D.h., bei großen Distanzen  $R$  wird der Einfluss von  $\phi_N$  immer geringer. Die Struktur der verallgemeinerten Potenzialgleichung (2a) für das resultierende Potenziale  $\phi_R$  und die beobachtbare Geschwindigkeit  $v_R$  gleicht dem Satz von Pythagoras und dem Gesetz von G. S. Ohm:

1. Der rechte Term von Gl. (2a) ist der *Satz des Pythagoras*. Die resultierende Geschwindigkeit (Hypotenuse)  $v_R$  ergibt sich aus den Geschwindigkeiten (Katheten)  $v_N$  und  $v_K$ . In den speziellen Konsens-Gravitationstheorien fehlt die abstandsunabhängige Kathete  $v_K$ .
2. Das resultierende Potenzial  $\phi_R$  besteht aus dem konstanten Quell-Potenzial  $\phi_K$  und dem variablen Potenzial  $\phi_N$ . Der linke Term hat die Struktur des *Ohm'schen Gesetzes  $U = I \cdot R$* :

$$\Phi_R = T \cdot k_R = GM \cdot (k + k_K) = GM \cdot \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_K} \right). \quad (2b)$$

In der gravo-elektrischen Analogie entsprechen den Spannungen  $U$  die Gravitationspotenziale  $\phi_R$ . Den Strömen  $I$  entsprechen die Gravitationsflüsse  $T = G \cdot M$ .

Den *konstanten* Innenwiderständen  $R_I$  entsprechen die *konstanten* Quell-Krümmungen  $k_K = 1/R_K$ .

Den *variablen* äußeren Widerständen  $R$  entsprechen die *variablen* äußeren Krümmungen  $k = 1/R$ .

Aus Gl. (2b) ergeben sich analog zu den Methoden der Elektrotechnik drei typische Bereiche:

**A** - Im ART-Bereich ist  $k_K \ll k$ , da  $R_K$  größer als  $R$  ist. Das entspricht dem *Leerlauf-Fall* mit  $R_I \ll R$ .

**B** - Im Grenzbereich sind die  $k_K \approx k$  bzw.  $R_K \approx R$ . Das ist im Elektrischen die *Anpassung* bei  $R_I \approx R$ .

**C** - Im Constant-Bereich ist  $k_K \gg k$ , da die  $R_K$  viel kleiner als  $R$  sind. Das entspricht dem „*Kurzschluss*“.

Die Konsens-Gravitationstheorien berücksichtigen einseitig den **A-Bereich** mit  $R_K \gg R$ . Solche Theorien arbeiten immer mit dem „*Leerlauf*“. Die nur der Masse  $M$  abhängigen konstanten Raum-Krümmungen  $k_K$  fehlen!

Das ist der wahre Grund, warum die auf den **A-Bereich** fixierte Konsens-Kosmologie für die **Bereiche B** und **C**, die besonders für Galaxien und Galaxien-Haufen typisch sind, die Dunkle Materie benötigt.

Die Forderung **III** wird durch eine universelle Konstante des Kosmos, die *Gravitationsflussdichte*

$$D_G = \frac{M}{4\pi \cdot R_G^2} = \frac{M}{R_K^2} \approx \frac{m_e}{4\pi \cdot \left( \frac{\alpha^2 \cdot a_0}{4\pi} \right)^2} = 1,44157 \text{ kg} / \text{m}^2 \quad (3a)$$

erfüllt. Die Quotienten aus den spezifischen Massen  $M$  unterschiedlichster Systeme und den Quadraten der Konstant-Radien  $R_K$  ergeben einen universellen *konstanten* Zahlenwert [4, S. 105]. Das gilt auch für Teilchenmassen. Die Gravitationsflussdichte  $D_{Ge}$  der Elektronen ergibt sich nach Gl. (3a) aus den Elektronenmassen  $m_e$ , der Feinstrukturkonstante  $\alpha$  und dem atomaren Radius  $a_0$ . Der *Grenzradius  $R_{Ge}$*  der Elektronen liegt in der Nähe des Protonenradius  $r_p$ .

Die *Gravitationsflussdichte  $D_G$*  liefert für die unterschiedlichsten Systemmassen die *beobachtbaren* Grenzradien  $R_G$ . Somit können die Astrophysiker mit Gl. (3a) die *Gesamt-Massen*

$$M = D_G \cdot 4\pi \cdot R_G^2 = D_G \cdot R_K^2 \quad (3b)$$

und die Konstant-Radien  $R_K$  durch Messung der gut beobachtbaren Grenzradien  $R_G$  ermitteln. Für Abstände  $R > R_G$  werden die Bahngeschwindigkeiten *und* die Lichtablenkungen zunehmend *abstandsunabhängig*. Die Grenzen zu konstanten Geschwindigkeiten zeigen eindrucksvoll die Geschwindigkeitsverläufe im **Bild 1**. Dort nähern sich die resultierenden Bahngeschwindigkeiten  $v_R$  asymptotisch an die von  $R$  unabhängigen konstanten Geschwindigkeiten  $v_K$  an. Ab Distanzen  $R > 10 \cdot R_G$  sind praktisch nur noch konstante Geschwindigkeiten und Lichtablenkungen messbar.

#### 4. Die konstanten Geschwindigkeiten, Potenziale und Feldstärken

Die Astrophysiker können die Massen  $M$  der beobachteten Systeme aber auch aus den Konstant-Geschwindigkeiten  $v_K$  ermitteln. In der doppellogarithmischen Darstellungen sind die sinkenden

Geschwindigkeiten  $v_N$  Geraden. Beim Schnittpunkt mit den (waagerechten) Geraden der konstanten Geschwindigkeiten  $v_K$  liegt der gesuchte Grenzdrehradius  $R_G$ . Aus den oft genauer beobachtbaren konstanten Geschwindigkeiten

$$v_K^2 = \Phi_K = \frac{G \cdot M}{\sqrt{4\pi} \cdot R_G} = \frac{G \cdot M}{R_K} = G \cdot \frac{M}{R_K^2} \cdot R_K = G \cdot D_G \cdot R_K, \quad (4a)$$

ergeben sich sowohl die Konstant-Radien  $R_K$  als auch die System-Massen

$$M = \frac{v_K^4}{G^2 \cdot D_G}. \quad (4b)$$

Unsere Milchstraße hat nach Gl. (4a) eine Konstant-Geschwindigkeit  $v_K$  von ca. 180 km/s. Da die Astronomen heute mit Astrometrie-Satelliten die Konstant-Geschwindigkeiten  $v_K$  genauer bestimmen können als die Massen der Systeme, eignet sich Gleichung (4b) hervorragend zum *Wägen der Galaxien*. In die Galaxien-Massen  $M$  geht der Wert der Konstant-Geschwindigkeit  $v_K$  in der 4. Potenz ein. Im Nenner stehen die Naturkonstanten  $G$  und  $D_G$ . Für die Milchstraße ergibt Gl. (4b) bis zum Bahnradius der Sonne  $R_{So} = 2,56 \cdot 10^{20} \text{ m} = 8,3 \text{ kpc} = 27 \text{ 000 Ly}$  (Lichtjahre) eine Masse unter 100 Milliarden Sonnenmassen. Am Rand, also ca. 60 000 Ly vom Zentrum entfernt, liegen die Rotationsgeschwindigkeiten noch bei 225 km/s. Die Differenz der beiden Geschwindigkeiten zeigt den abnehmenden Einfluss des Newton-Potenzials  $\Phi_N$ . Nach Gl. (2a) kreist die Sonne etwa in der Mitte zwischen Zentrum und Rand der Milchstraße mit der „Misch-Geschwindigkeit“  $v_R$  von 265 km/s.

Neuere Forschungsergebnisse [5] ergeben  $253 \pm 16 \text{ km/s}$  und bei Berechnung mit dem Newton-Potenzial nach Gl. (1) eine „Masse“ von 210 Milliarden Sonnenmassen. Was beinhaltet diese Masse?

„Darin berücksichtigt ist auch der Anteil der dunklen Materie, die sich – auch das (ist) ein Ergebnis der Anpassung der Modellrechnungen an die beobachtete Wirklichkeit – nahezu kugelförmig um das Zentrum der Milchstraße anordnet.“ [6]. Dieses Zitat belegt die Denkweise der Konsens-Kosmologie: Abweichende Ergebnisse der Konsens-Gravitationstheorie werden *nachträglich* solange mit Anteilen Dunkler Zusatz-Materie „angepasst“, bis Theorie und Messung übereinstimmen. Soll ein solches Vorgehen moderne Physik sein? Diese seltsamen Praktiken gehören auf den Prüfstand!

Zumal inzwischen mit der Konstant-Potenzial-Theorie [4] die beobachtbaren Geschwindigkeiten  $v_R$  die sichtbaren baryonischen System-Masse  $M$  *vorhergesagt* werden können. Das ist der gravierendste Unterschied gegenüber den aktuellen Konsens-Gravitationstheorien!

Sowohl das *Produkt* aus der Gravitationskonstante  $G$  und der Gravitationsflussdichte  $D_G$  gemäß Gl. (3) als auch die *Quotienten* aus den Quell-Potenzialen  $v_K^2$  und den Konstant-Radien  $R_K$  unterschiedlichster kosmischer Systeme ergeben die bereits 1983 von Mordehai Milgrom [3] empirisch gefundene Beschleunigungskonstante  $a_G$ . Milgrom wertete ähnliche Geschwindigkeitsprofile wie in **Bild 1** aus. So fand er die Konstant-Feldstärke der Gravitation, die konstante Beschleunigung

$$1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2 \simeq a_G = G \cdot D_G = \frac{v_K^2}{R_K}. \quad (5)$$

Das **LHC-Modell** [4] liefert mit  $0,9565 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2$  sowohl den Wert von  $a_G$  als auch die Konstant-Potenziale  $v_K^2$  und die Konstant-Radien  $R_K$ . Der konstante Quotient von Gl. (5) mit  $v_K^2$  im Zähler und dem Konstant-Radius  $R_K$  im Nenner folgt direkt aus Gl. (4a). Somit ist Milgrom's Grenzfeldstärke  $a_G$ , *unabhängig* von den unterschiedlichsten System-Massen  $M$  der Sonnen-Systeme, Kugelstern-Haufen, Galaxien und Galaxien-Haufen eine *universelle* Konstante des Kosmos. Sie folgt nach Gl. 3 aus *zwei* Naturkonstanten, der Gravitationskonstante  $G$  und der konstanten Gravitationsflussdichte  $D_G$ .

Wenn die Konstanz-Geschwindigkeiten  $v_K$  und die Konstant-Radien  $R_K$  kosmischer Systeme für unterschiedlichste Systeme immer den gleichen Wert ergeben, dann sind wir vermutlich dabei, der Natur ein weiteres faszinierendes Geheimnis abzulauschen.

## 5. Die A-B-C-Bereiche kosmischer Systeme

Aus der Grundgleichung (2a) folgt - analog zur *Spannungsteiler-Regel der Elektrotechnik* - direkt die *Potenzialteiler-Regel*  $\Phi_N / \Phi_R$  der Gravitation für den Anteil des Newton-Potenzials  $\Phi_N$  am Gesamt-Potenzial  $\Phi_R$  als Verhältnis der variablen Krümmung  $k$  und zu der gesamten Raumkrümmung  $k_K + k$ :

$$\Phi_N = \frac{G \cdot M}{R} = v_N^2 = \frac{R_K}{R + R_K} \cdot v_R^2 = \frac{1}{\frac{R}{R_K} + 1} \cdot v_R^2 = \frac{k}{k_K + k} \cdot \Phi_R. \quad (6)$$

Solange in Gl. (6) die Radien  $R \ll R_K$  sind, dominiert das Newton-Einstein-Potenzial den **Bereiches A**:

$$v_N^2 \approx \frac{G \cdot M}{R}. \quad (7)$$

Das trifft auf *Planeten-Systeme* zu. Für *Spiral-Galaxien* ist dagegen der **Transitionsbereich B** typisch. Sind in Gl. (6) die Radien  $R$  aber viel größer als der nur masseabhängige Radius  $R_K$ , dann werden die resultierenden, die beobachtbaren Geschwindigkeiten  $v_R$  zunehmend *unabhängig vom Abstand R*:

$$\frac{G \cdot M}{R} \approx \frac{R_K \cdot v_K^2}{R}. \quad (8a)$$

Gl. (8a) ist quasi das „Dritte Kepler-Gesetz“ des **C-Bereichs** für Objekte mit der *System-Konstante G·M*. Die abstandsunabhängigen, konstanten Geschwindigkeiten  $v_K$  ergeben die Profile im **Bild 1**.

Dunkle Zusatzmaterie wird in den **Constant-Bereichen C** nicht im Geringsten benötigt! Im Gegenteil:

Die nach Gl. (8a) im **Bereich C** ebenfalls mit  $1/R$  *abfallenden* Potenziale sind der eigentliche Grund,

- warum die Galaxien und Cluster eben *nicht zerreißen* können,
- warum die Massen am Anfang kosmischer Prozesse so hervorragend *klumpen* können und
- warum die Lichtablenkungen und Gravitationslinsen *ohne* Dunkle Materie bestens funktionieren.

Das **LHC-Modell** [4] liefert mit Gl. (8a) eine dritte Version zur Bestimmung der sichtbaren Massen

$$M = \frac{R_K \cdot v_K^2}{G} \quad (8b)$$

kosmischer Systeme.

## 6. Lichtablenkungen und Gravitationslinsen ohne Dunkle Materie

Wenn Objekte mit der Masse  $m$  ihre Umlaufbahn verlassen, müssen sie die Fluchtgeschwindigkeit  $v_F$  überschreiten. Bei der Fluchtgeschwindigkeit  $v_F$  sind die repulsive kinetische Energie und die anziehende gravitative Energie gleich:

$$E_{kin} = m \cdot \frac{v_F^2}{2} = m \cdot GM \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_K} \right) = E_{pot}. \quad (9)$$

Die Quadrate der Fluchtgeschwindigkeiten

$$v_F^2 = 2 \cdot GM \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_K} \right) \quad (10)$$

abgelenkter Objekte sind nur von der wirksamen System-Masse  $M(R)$  abhängig. Licht kann von Schwarzen Löchern bis zum Zentrum abgelenkt werden.

Die Ablenkung des Lichts verdeutlicht **Bild 2** mit  $r = R$ :

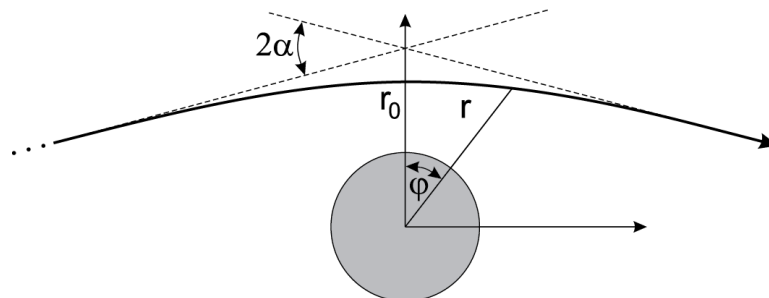


Bild 2: Die Krümmung des Raumes führt zu der Ablenkung des Lichtstrahls, Bild aus [7]

Entlang der wirksamen Krümmung beträgt die beidseitige relativistische Lichtablenkung

$$\beta_R = 2 \cdot \alpha = 2 \cdot \frac{2GM}{c^2} \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R_K} \right). \quad (11)$$

Die gesamte Lichtablenkung

$$\beta_R = \beta_S + \beta_K = \left( \frac{4G}{c^2} \cdot \frac{M}{R} \right) + \left( \frac{4G}{c^2} \cdot \sqrt{D_G \cdot M} \right) \quad (12)$$

setzt sich wie bei den verallgemeinerten Rotationsgeschwindigkeiten nach G. (3) aus *zwei* Termen zusammen. Das ist erstens der Einstein-Term  $\beta_S$  mit  $1,74'' = 1,74$  Bogensekunden am Sonnenrand, der die vom Abstand  $R$  *abhängige* Lichtablenkung

$$\beta_S = 4 \frac{G}{c^2} \cdot \frac{M}{R} = 1,74'' \frac{R_\odot}{M_\odot} \cdot \frac{M}{R} \quad (13)$$

der **Bereiche A** erklärte. Dieser Term wirkt vor allem im *Nahbereich* kompakter Massen. In Gl. (12) bewirkt der Konstant-Term  $\beta_K$  eine *abstandsunabhängige* Lichtablenkung der **Bereiche B**. Dieser Term leistet für  $R > R_K$ , was die Dunkle Materie leisten soll. Bei Galaxien und Clustern sind in großen Bereichen die konstanten Krümmungen  $1/R_K$  viel größer und damit wirksamer als die variablen Krümmungen  $1/R$ . Bei  $R \gg R_K$  werden nach Gl. (12) die System-Massen

$$M = \frac{1}{D_G} \left( \frac{c^2}{4G} \cdot \beta_K \right)^2 \quad (14)$$

von der Galaxien oder Galaxien-Haufen aus den beobachtbaren konstanten Lichtablenkung  $\beta_K$  und den drei Naturkonstanten  $G$ ,  $c$  und  $D_G$  ermittelt. Die Gl. (14) eignet sich somit besonders zum Wägen ferner Galaxien und Galaxien-Haufen. Aus den messbaren Ablenkwinkeln  $\beta_K$  der Gravitationslinsen folgen direkt deren baryonische Massen. Das Bild 3 zeigt die Wirkungsweise von Gravitationslinsen-Systemen.

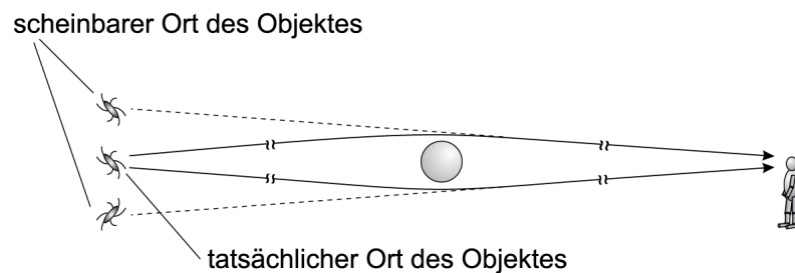


Bild 3: Gravitationslinsen zeigen neben dem tatsächlichen Ort auch scheinbare Orte an, Bild aus [7].

In Einsteins' ART gibt es nur den  $\beta_S$ -Term für die Lichtablenkung im Bereich **A**. In der Praxis erwachsen *erhebliche* Abweichungen und Differenzen zwischen den Vorhersagen der ART und den experimentellen Befunden *bei großen Distanzen*. Die dort von den sichtbaren Massen verursachten Lichtablenkungen  $\beta_R$  werden von den Kosmologen als Effekte des **Bereichs A** fehlinterpretiert. Die Abweichungen der beobachteten Lichtablenkungen von der Konsens-Theorie werden etwas voreilig als „stärkster Beweis“ für die Existenz der unsichtbaren *Dunklen Materie* verstanden. Halten wir uns lieber an die Fakten! Albert Einstein hat die Ablenkung des Lichts mit  $1,74''$  direkt am Rand der Sonnenscheibe richtig vorhergesagt, denn im Nahbereich von Sonnen herrschen *hohe* Gravitationsfeldstärken. Aber schon in hundertfacher Entfernung vom Sonnenrand wird Licht nur noch um ein Hundertstel abgelenkt. Das sind nur  $0,0174''$ . Die Massen einzelner Sterne sind zu gering, um Photonen *in größeren Abständen* zu beeinflussen. Bei Galaxien und Clustern handelt es sich um ganz andere Größenordnungen. Diese Systeme haben  $10^9$  bis  $10^{15}$  (das sind  $10^6$  Milliarden!) Sonnenmassen.

Wenn auf Exoplaneten existierende Zivilisationen unsere Milchstraße vermessen würden, könnten sie nicht nur deren Grenzradius  $R_G$  und die Konstant-Geschwindigkeit  $v_K$  auswerten und unsere Milchstraße „wiegen“. Sie könnten außerdem anhand der Lichtablenkung eine „Kontroll-Wägung“ vornehmen. Die Gl. (12) ergibt für das **Gebiet B** eine Lichtablenkung  $\beta_R$  von  $1,35''$ . Bei 20 kpc, also am

Rand der Milchstraße, würde die Ablenkung  $\beta_R$  noch  $0,46''$  betragen. Das ist erstaunlich! Denn der Einstein-Term  $\beta_S$  trägt mit  $0,16''$  nur ein Drittel zur Lichtablenkung  $\beta_R$  bei. Der Anteil des Konstant-Terms  $\beta_K$  ist am Scheiben-Rand bereits *doppelt* so hoch. In 10-facher Entfernung vom Scheiben-Rand ist der Grenzwert  $\beta_K = 0,30''$  fast erreicht. Dort ist der Einstein-Term  $\beta_S$  auf  $0,017''$  gesunken. Einstein's Term ist dann nur noch mit 5,7 % an der beobachtbaren Lichtablenkung  $\beta_R$  der Milchstraße beteiligt.

## 7. Zusammenfassung

Einstein hat Newton's Theorie für *starke* Gravitationsfelder (in Sonnennähe) verbessert. Bei den sehr geringen Feldstärken des **Bereichs C** entsprechen die etablierten Theorien möglicherweise nur sehr unvollständig der Wirklichkeit. Deshalb müssen die Astrophysiker auch aus der Vermessung von Gravitationslinsen das Doppelte bis Zwanzigfache an hypothetischer Dunkler Materie ergänzen und „kartographieren“. Vermutlich hätte Albert Einstein den zweiten Weg gewählt, wenn die experimentellen Befunde für die **Bereiche B** und **C** zu seiner Zeit bekannt gewesen wären. Denn langfristig setzen sich wohl die Theorien durch, die *Vorhersagen* für Beobachtungen treffen können. Modelle, die zur Interpretation der Beobachtungen zusätzliche Parameter (Epizykeln, Phlogiston, elektrische und magnetische Fluida, Äther, Dunkle Materie, Pseudo-Planeten) erfordern, hatten und haben eine begrenzte physikalische und zeitliche Gültigkeit.

Die allgemeinen Beziehungen für die Rotationsgeschwindigkeiten nach Gl. (2a) und für die Lichtablenkungen nach Gl. (12) werden, wenn sie der Wirklichkeit entsprechen, für die unterschiedlichsten kosmischen Systeme gelten. Mögen die Astrophysiker anhand der Messdaten der Astrometrie-Satelliten die Konstant-Potenzial-Dynamik den Praxis-Tests unterziehen. Wenn die Vorhersagen des **LHC**-Elektronmodells [4] der Realität folgen, liefern die Gleichungen (3b), (4b), (8b) und (14) die *baryonischen* Massen von Galaxien und Clustern.

Der Grenzradius  $R_G$  unseres Sonnensystems liegt bei  $3,313 \cdot 10^{14}$  m. Der Zwergplanet Pluto bewegt sich noch annähernd „planetarisch“. Sein Bahnradius hat noch einen ausreichenden Abstand zum Grenzradius  $R_G$  unseres Sonnensystems. Wenn meine Vorhersagen der Wirklichkeit folgen, bewegen sich die äußeren Objekte zwischen dem Kuiper-Gürtel und der Oortschen Wolke im **Bereich B**. Dadurch sind die Rotationsgeschwindigkeiten  $v_R$  bereits höher – ohne die hypothetische Dunkle Materie und ohne hypothetische Pseudo-Planeten.

Literatur:

- [1] Wolfgang Pauli, Relativitätstheorie, Springer 2000, S. 182.
- [2] Edward A. Baltz, Phil Marshall, Masamune Oguri, Analytic models of plausible gravitational lens potentials, SLAC-PUB-12497, April 2007, S. 2
- [3] Jacob D. Bekenstein, The modified Newtonian dynamics – MOND and its implication for new physics, Racah Institute of Physics, Hebrew University of Jerusalem, Fig. 1 von Annual Review of Astronomy and Astrophysics, Volume 39 ©2001
- [4] Peter Pohling, Durchs Universum mit Naturkonstanten – Abschied von der Dunklen Materie, Verlag BoD, 2013, [www.naturkonstanten.de](http://www.naturkonstanten.de)
- [5] Andreas H. Küpper, Astrophysical Journal, Volume 803, Number 2, April 2015
- [6] Artikel in der Frankfurter Allgemeinen/Wissen am 19.5.2015 „Milchstraße auf der Waage: Die Masse unserer Galaxis präzise bestimmt“ von Hermann-Michael Hahn
- [7] Holger Göbel, Gravitation und Relativität, Oldenbourg Wissenschaftsverlag München, 2014, ein Unternehmen von Walter De Gruyter, zwei Bilder mit freundlicher Genehmigung vom Verfasser