

Die gemeinsame Ursache von Epizykloide und Dunkler Materie Teil 2,

ausgearbeitet von: Dpl. Ing. Matthias Krause, Kirchzarten, den 20.9.2007 (letzte Änderung:20.09.2008)
Copyright: Alle Rechte bleiben allein dem Verfasser vorbehalten. www.kosmoskrau.de

Untertitel:

Die gemessene Masse einer Galaxie

Zielsetzung

Dieser Aufsatz untersucht, welches der richtige, gravitative Drehpunkt eines Massensystems ist. Im ersten Teil wurde mathematisch bewiesen, dass es einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen den Epizykloiden aus vorkopernikanischer Zeit und der heutigen rätselhaften Dunklen Materie gibt.

Im hier vorliegenden zweiten Teil wird die **gemessene** Massenmenge einer Galaxie exakt ermittelt und nachfolgend der **berechneten** Massenmenge, wie im ersten Teil ausführlich behandelt, gegenübergestellt. Die Differenz zwischen gemessener und errechneter Massenmenge bezeichnet man als so genannte dunkle Materie. Anschließend werden die gemessenen und die berechneten Werte verglichen und im Zusammenhang diskutiert.

In einem dritten Teil wird gezeigt, dass jedes Zweikörperproblem immer ein verdecktes Dreikörperproblem ist. Eine mathematische Prüfung belegt die Zuverlässigkeit der Überlegung. Bei dieser Überprüfung wird, wie im ersten Teil bereits geschehen, der gravitative Drehpunkt dem visuellen Drehpunkt gegenübergestellt. Es wird mathematisch nachgewiesen, welche Bedeutung der gravitative Drehpunkt auch im Zweikörpersystem hat und wie er exakt berechnet wird.

Es wird mathematisch belegt, welcher Rechenfehler der Pioneer Anomalie zugrunde liegt, desgleichen wird auch die Swing-by-Anomalie untersucht.

Die durchgeführten Berechnungen finden sich nicht im Textverlauf, sondern sind als Anhang an diesen Aufsatz angefügt, so dass die Übersichtlichkeit der Ausführung erhalten bleibt. Im Anhang werden alle benötigten Formeln und Begriffe, die zur Berechnung und Beschreibung gravitativ aneinander gebundener Massen benötigt werden, zusammengestellt.

Inhaltsübersicht

1. Die typischen, gemessenen Basisdaten einer Galaxie (NGC 3198)

2. Die Berechnung der galaktischen Masse über den gravitativen Drehpunkt

1. Die typischen, gemessenen Basisdaten einer Galaxie

In diesem Kapitel werden die grundlegenden, mit irdischen Apparaturen gemessenen Daten der Galaxien aufgezeigt. Es ist zu unterscheiden, ob Daten tatsächlich gemessen werden, oder ob eine weiterführende Berechnung aus gemessenen Daten erfolgt. Weiterführende Berechnungen können wegen der

unterschiedlichen Rechenmethoden zu unterschiedlichen, möglicherweise falschen Ergebnissen führen. Es ist deshalb unabdingbar, zwischen **gemessenen** und **berechneten** galaktischen Werten sauber zu trennen.

Es werden deshalb in diesem Kapitel keine weiterführenden Berechnungen durchgeführt. Das heißt: Es wird kein Parameter aus einem anderen Parameter berechnet.

Die gemessenen Daten zeichnen sich dadurch aus, dass sie bei allen bisher beobachteten Galaxien in gleicher Weise auftreten. Jede Galaxie ist von ihrer Form, Größe und Beschaffenheit natürlich einzigartig und doch gibt es fundamentale Gemeinsamkeiten.

Was wird in der Realität an den Galaxien gemessen?

Die Umlaufgeschwindigkeiten der Massen in einer Galaxie werden über die Doppler Rotverschiebung (Fisher-Tully Relation) gemessen. Die Geschwindigkeitskurve einer jeden Masse in der Galaxie ist bis zum sichtbaren Rand hin flach. Das heißt, dass sich die Geschwindigkeit der umlaufenden Massen konstant bei einem Wert bleibt, egal, ob die Masse nahe dem Zentrum oder nahe am Rand der Galaxie kreist. Typische Umlaufgeschwindigkeiten (auch unserer eigenen Milchstraße) liegen bei 230 km/s. In Einzelfällen auch höher oder geringer, bei 150 km/s, aber immer ist die Geschwindigkeitskurve flach. Bis in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde nur bis zum optischen Rand einer Galaxie gemessen, später dann auch über den optischen Rand hinaus, bis etwa zur dreifachen sichtbaren Radiusgröße. Doch auch außerhalb der sichtbaren, nun nur noch im Radiobereich (21cm Linie des neutralen Wasserstoffs) messbaren Scheibe, blieb die Geschwindigkeit konstant. (Siehe Grafik 1 auf der Folgeseite)

Die Massendichteverteilung in einer Galaxie wird mit optischen Messmethoden an elliptischen Galaxien gemessen. Die Massendichte einer jeden

Galaxie fällt, in charakteristischer Weise, vom Zentrum exponentiell zum sichtbaren oder messbaren Rand hin ab. Die Spreizung zwischen Zentrum und sichtbarem oder messbarem Rand liegt bei etwa 1000 : 1. Das heißt, dass sich pro Flächeneinheit im Randbereich nur noch ein Tausendstel der Zentrumsmassendichte befindet. Gemessen wird in kg oder aber in Sonnenmassen. (Siehe Grafik 1 auf der Folgeseite)

Die Massenmenge einer jeden Galaxie addiert sich vom Zentrum bis zum sichtbaren oder messbaren Rand hin auf. Die charakteristische Massenmengenkurve ist stets ansteigend, mit leicht abnehmender Steigung zum sichtbaren oder messbaren Rand der Galaxie hin. Es werden alle realen Massen addiert.

(Sterne Staubwolken, Gaswolken) Die Massenmengenkurve ergibt sich aus der konzentrischen Massendichteverteilung multipliziert mit der Anzahl der jeweiligen konzentrischen Flächeneinheiten. Die Gesamtmassenmenge einer Galaxie erhält man nur am Rand der Galaxie, wenn alle Massenmengen je Kreisring aufaddiert wurden. Gemessen wird in kg oder aber in Sonnenmassen. (Siehe Grafik 1 auf der Folgeseite)

Die Sternzählungen auf fotografischen Platten für die einzelnen Galaxien können aus der Literatur entnommen werden. Für unsere Milchstraße liegt der Sonnenmassenzählwert bei etwa 200 Milliarden Sonnenmassen bei einem Gesamtdurchmesser von etwa 200.000 Lichtjahren (Ly). Da die Mehrzahl der Sterne kleiner als unsere Sonne ist, dürfte die Anzahl der Sterne erheblich höher liegen.

Das Massen- Leuchtkraft Verhältnis ist an dieser Stelle wichtig, denn es ist für die Massenbestimmung einer Galaxie unerlässlich. So gibt es sehr helle Sterne, die aber eine geringe Masse aufweisen. Andererseits gibt es kleine leuchtschwache Sterne, die eine relativ hohe Masse aufweisen und in großer Zahl vorkommen. Das M / L Verhältnis unserer Galaxie liegt bei etwa 4,5:1. Für unsere Galaxie heißt das, dass sie nur eine Leuchtkraft von 45 Milliarden Sonnen besitzt.

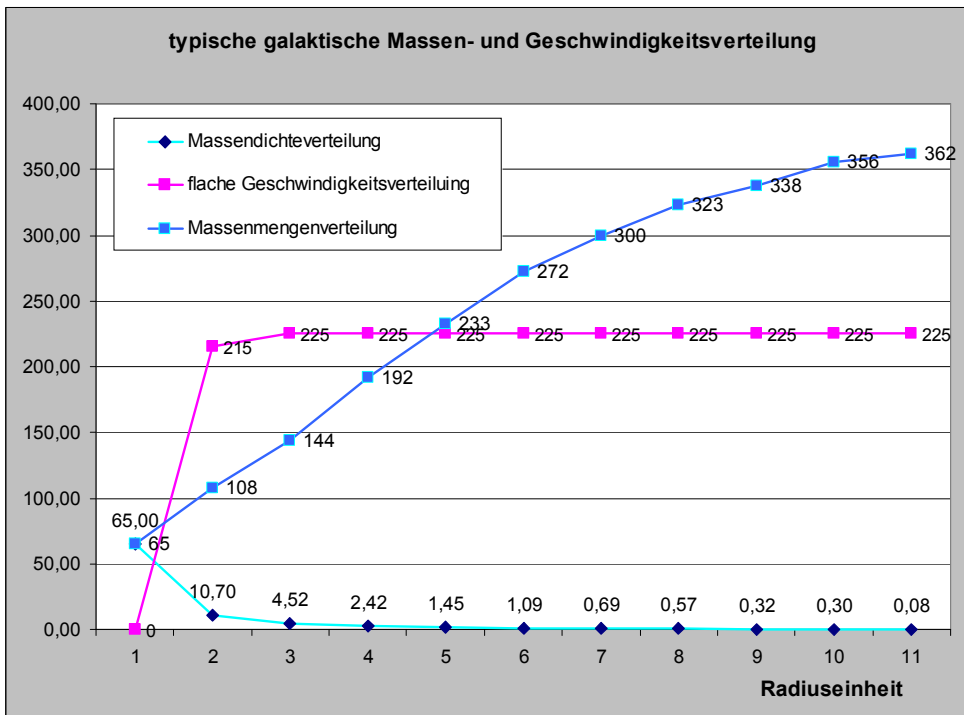
Längenmaßstäbe und Entfernungen können durch RR-Lyra Veränderliche und Cepheiden anhand ihrer Leuchtkraft gemessen werden und so kann eine relativ sichere Entfernungs- und damit auch eindeutige Durchmesserangabe in der Literatur erfolgen

Die Wasserstoffgasmenge, die außerhalb der sichtbaren galaktischen Scheibe liegen und über die 21 cm Linie des neutralen Wasserstoffs mithilfe der Radioastronomie gemessen werden können, tragen nicht unerheblich zur Gesamtmasse einer Galaxie bei. Am Beispiel der gut untersuchten Galaxie NGC 3198 wird der Massenwert der außerhalb der sichtbaren galaktischen Scheibe liegt, im Folgenden festgestellt. Die radiometrisch gemessene Massendichte pro Flächeneinheit stellt die sicheren Ausgangsdaten für eine Massenbestimmung bereit. Die Bestimmung der Massenmenge erfolgt am Beispiel von NGC 3198 auf der nächsten Seite.

Diese oben genannten sieben Stichworte (Parameter) können für eine Galaxie sicher gemessen werden. Die sich daraus ergebenden jeweiligen Verteilungskurven der Massen und Geschwindigkeiten von Zentrum bis zum sichtbaren oder messbaren Rand

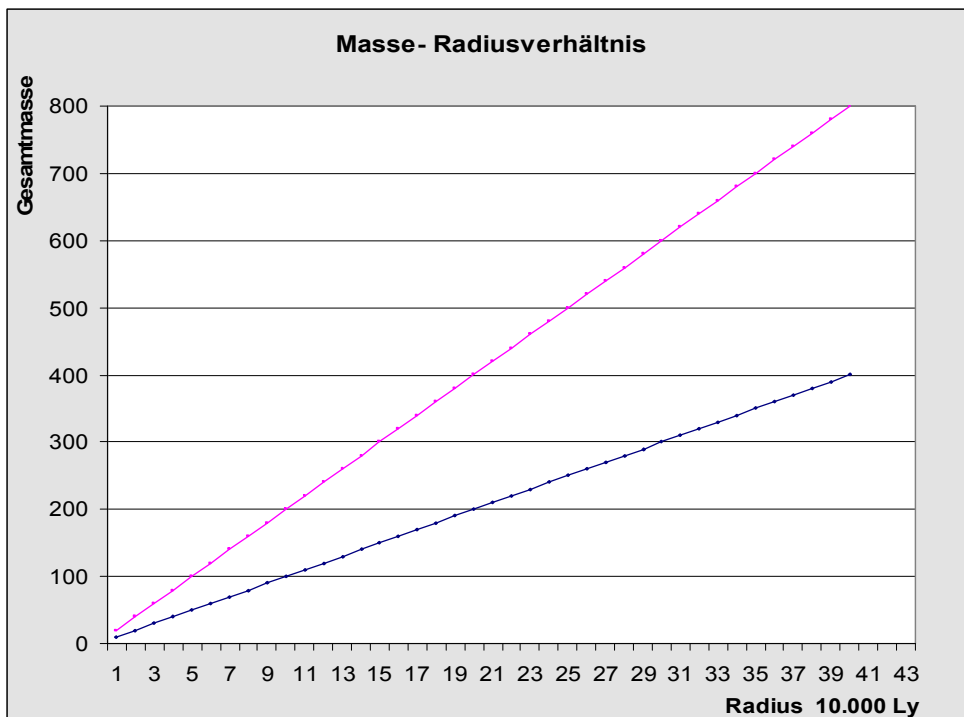
sind oftmals gemessen worden und wissenschaftlich anerkannt.

Es folgt nun die grafische Darstellung der einzelnen Parameter



Grafik 1

In dieser Grafik werden die typischen Kurven der galaktischen **Massendichteverteilung**, die typische **Massenmengenzunahme** zum Rand, sowie die typische flache, gleich bleibende **Geschwindigkeitsverteilung** in Abhängigkeit vom **Radius** gezeigt. Die Spreizung der Massendichte liegt bei typischen $65/0,08 = 812 / 1$. Die Masse der sichtbaren Sterne und der gemessenen Wasserstoffgasmenen ergeben zusammen die gesamte Massenmengenverteilung



Grafik 2

zeigt das Masse –Radiusverhältnis, das sich aus den in der Realität gemessenen Werten ergibt. Ablesbar ist hier der Gesamtmassenwert einer flächigen Galaxie in Milliarden Sonnenmassen bei einer bestimmten Radiusentfernung. Man kann es auch so ausdrücken: An dem Radius, wo keine **sichtbaren** oder **messbaren** Massen mehr zu erfassen sind und die Galaxie in die intergalaktische Materie übergeht, kann der Massengesamtwert der Galaxie abgelesen werden.

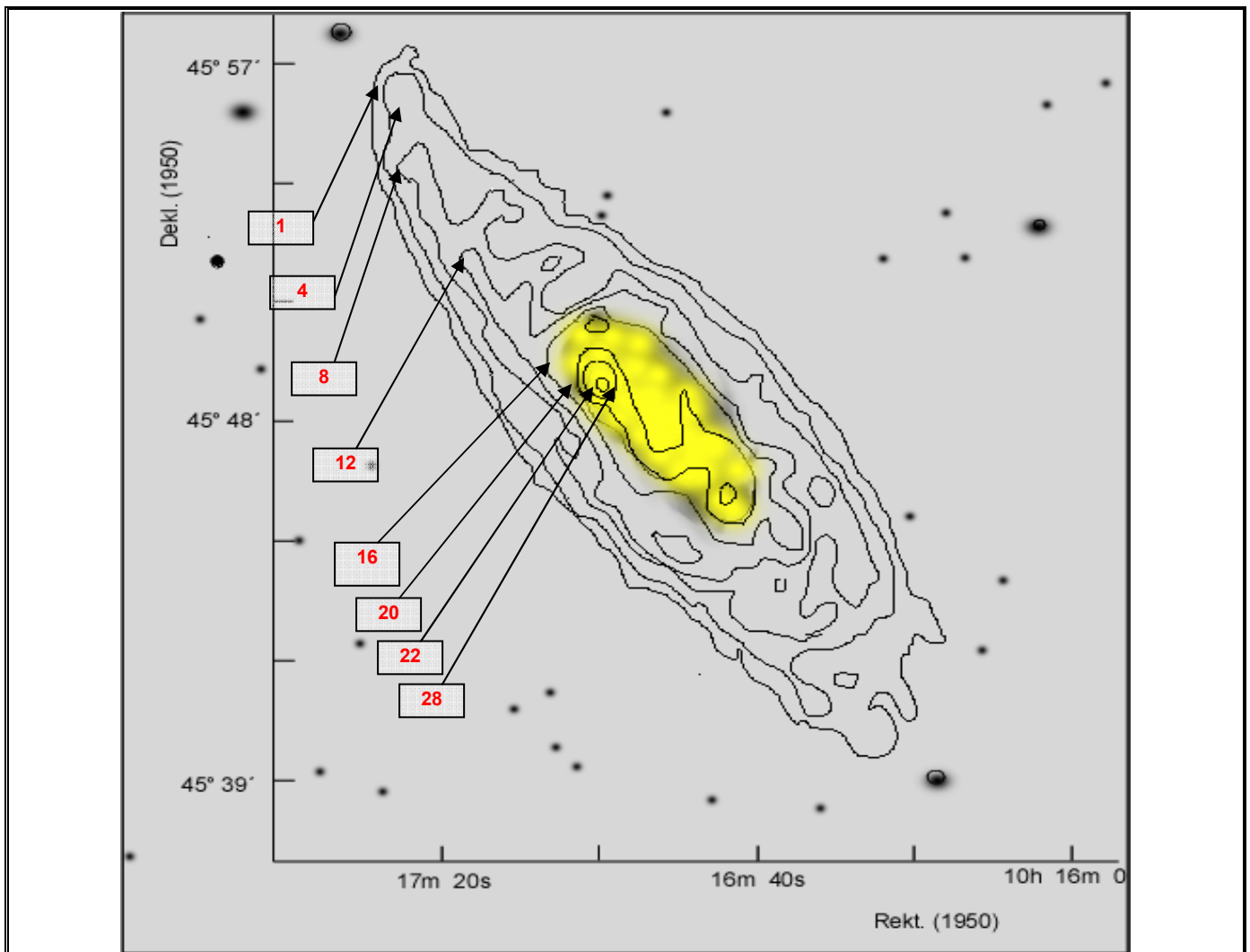
Die rote Linie in Grafik 2 zeigt das **Massen-Radiusverhältnis** für eine flache Umlaufgeschwindigkeit von 230 km/s, die schwarze Linie für eine flache Umlaufgeschwindigkeit von 150 km/s.
Ein angenommenes Beispiel:

Eine Galaxie hat einen sichtbaren Durchmesser von 100.000 Ly, sie rotiert mit 150 Km/s über den sichtbaren Rand hinaus, bis in eine Entfernung vom dreifachen sichtbaren Galaxiendurchmesser. Das wäre ein Durchmesser von 300.000 Ly (R=150.000 Ly). Außer-

halb von 150.000 Ly Radius sind keine Massen mehr messbar. Auf der 150km/s Geraden in **Grafik 2** ließt man nun, bei einem Radius von 150.000 Ly , eine Gesamtmasse von 150 Milliarden Sonnenmassen ab. Diese Masse würde in der gesamten galaktischen Fläche (sichtbare Galaxien und der dazugehörige messbaren Wasserstoffgasscheibe, auch Warp genannt, +Halo) gemessen, um eine gleich bleibende Umlaufgeschwindigkeit in der Gesamtfläche in der Realität zu garantieren.

An der häufig untersuchten Galaxie NGC 3198 werden nun die in der Realität gemessenen Werte dargestellt.

*Anmerkung für die nun folgende Grafik 3 :
Der neutrale Wasserstoff lässt sich zwar im Radiobereich leicht messen (nachweisen), aber die Menge des Wasserstoffs ist nur bedingt bestimmbar. Es gibt kalte, sehr kompakte Wasserstoffmolekülwolken, die sich einer Messung entziehen. So kann es sein, das die gemessene Masse außerhalb der sichtbaren Galaxienscheibe zu klein erscheint, weil diese kalten Wasserstoffwolken nicht oder nur schwer erfasst werden können. Der atomzahlmäßige Helium Anteil ist mit etwa 9% zu berücksichtigen.*



Grafik 3 mit den Basisdaten zur Massenberechnung aus dem unten genannten Papier

In dieser Grafik sind die Linien gleicher gemessener Massendichte (nur neutrales H!) der **Galaxie NGC 3198** eingezeichnet. ¹ Die Galaxie (sichtbarer + messbarer Teil) hat eine Winkelausdehnung von 11,9 Bogenminuten Radius (23,8 " Durchmesser),

¹[van Albada et al \(1985\), ApJ 295, 313.](#) mit angefügter Grafik von Sulentic

entsprechend $0,198^\circ$ Winkelgröße ($0,396^\circ$ Durchmesser). Bei einer Entfernung von 30 Millionen Lichtjahren (9,2 Mpc aus oberem Link) ergibt das eine Ausdehnung (**Durchmesser** der sichtbaren und messbaren Galaxie) von 207. 600 Ly (entspricht 63,6 kpc).

$$D_{\text{gal.}} = \tan(0,396^\circ) \times 30 \times 10^6 \text{ Ly} = 207. 600 \text{ Ly}$$

Damit liegen **Größe und Entfernung** von NGC 3198 eindeutig fest. Die Werte wurden aus der oben genannten Literaturstelle Seite 3 (307) entnommen und überprüft. Die Deklinationsachse in Grafik 3 als Maßstab bestätigt den Durchmesser von mehr als $20''$.

Massenberechnung: Es werden bei dieser Massenberechnung keine Massen errechnet, sondern es werden die gemessenen Massenwerte zu einem anderen Flächenmaß in Bezug gesetzt. (von cm^2 zu Ly^2)

Die äußerste Intensitätskontur in Grafik 3 markiert eine Wasserstoffdichte von $1 \text{ mal } 10^{20}$ Atome pro cm^2 , die weiter innenliegenden Linien markieren dann die 4, 8, 12, 16.....fache Massendichte. Dieses Wasserstoffgas umgibt die sichtbare galaktische Scheibe flächig bis zu einem Abstand (Radius) von 31,8 kpc (103.800 Ly) Die sichtbare Scheibe selbst hat etwa nur einen Radius von 10,6 kpc (34.600 Ly)

(Andere Literatur geht von einem Radius der sichtbaren Scheibe von 20 kpc (67. 000 Ly) für NGC 3198 aus.² Dies erscheint aber erheblich (Faktor 2) zu groß, vermutlich ist hier der Radius mit dem Durchmesser verwechselt worden.) Die Gasscheibe außerhalb der sichtbaren (gelb markierten) Galaxie nennt man „warp“, was soviel bedeutet wie „Verwerfung“, „verzerren“. Diese Gasscheibe ist gegen die sichtbare galaktische Fläche etwa um 20° geneigt. (Die Neigung liegt zwischen 0° bis zu 30°)

Die Massendichte des Wasserstoffgases ist im Radiobereich von J. W. Sulentic **gemessen** worden und liegt am messbaren Rand bei $1 \cdot 10^{20}$ Atomen pro cm^2 . Rechnet man diesen Betrag auf einen m^2 um, so hat man $1 \cdot 10^{24}$ Atome pro m^2 Fläche. (1 Quadratmeter hat 100 mal 100 cm, also 10.000 cm^2 .) Gemäß Avogadro-Konstante hat jedes Gas pro Kilomol $6,02252 \cdot 10^{26}$ Atome.

Da Wasserstoff den Massewert 1,00797 besitzt, wiegt ein Mol 1,00797 kg, bestehend aus $6,02252 \cdot 10^{26}$ Atomen.

Um nun den tatsächlichen Massenwert (nur H!) für die Gasscheibe pro m^2 Sichtfläche in kg zu erhalten, muß man die Anzahl der gemessenen Atome im Warp mit der Anzahl der Atome nach der Avogadro-Konstante in Beziehung setzen und diesen Wert mit der Kg-Zahl (Molmasse) des Wasserstoffs multiplizieren.

$$m = \frac{1 \cdot 10^{24} \times 1,00797}{6,02252 \cdot 10^{26}} = 0,00167 \text{ kg pro m}^2$$

Im Randbereich von NGC 3198 befindet sich demnach eine Massenmenge von 0,00167 kg atomares Wasserstoffgas pro m^2 Fläche. Nun ist dieser Wert eigentlich kein reiner Flächenwert, sondern es handelt sich um eine Säule (Volumen), die durch die gesamte Dicke des Warp geht. Von der Erde aus gesehen erscheint aber nur ein Quadratmeter Fläche, der mit einer bestimmten Intensität „leuchtet“. An diesem „Leuchten“ sind aber alle Atome in dieser „Säule“ von vielleicht tausend Lichtjahren Länge beteiligt. Geht man von einer Dicke der galaktischen Scheibe von etwa 1.000 Ly aus, so würde jeder Kubikmeter etwa 100.000 Wasserstoffatome enthalten. Dies ist eine verschwindend geringe Massenmenge und reicht nicht einmal an ein Vakuum heran, das auf der Erde nur unter erheblichem technischem Aufwand noch herstellbar wäre! (Dies ist nur der 10te Teil der Dichte der interstellare Materie in unserer Galaxie.)

Umrechnung von m^2 in Ly^2 .

Ein Lichtjahr hat eine Länge von $9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$, wenn man von 300.000 km/s Lichtgeschwindigkeit ausgeht. Ein Quadratlichtjahr hat demnach eine Fläche in Quadratmeter von

$$9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} = 89,49 \cdot 10^{30} \text{ m}^2$$

Die in dieser sichtbaren Fläche enthaltene Masse liegt dann im Randbereich des „warp“ bei:

$$89,49 \cdot 10^{30} \text{ m}^2 \cdot 0,00167 \text{ kg} = 0,149448 \cdot 10^{30} \text{ kg/Ly}^2$$

Um die Masse der Gesamtfläche der Galaxie zu erhalten, ist diese Gesamtfläche (sichtbare Galaxie + warp) zu rastern. Durch die Rasterung kann die jeweilige Massenmenge einem Rasterfeld zugeordnet werden.

Die Rastergröße liegt bei 10 Radiuseinheiten vom Zentrum bis zum Rand. Das ergibt für die Gesamtfläche der sichtbaren Galaxie + warp 357 Rasterflächen. Jede Rasterfläche hat eine Kantenlänge von: Radius der Gesamtgalaxie (104.000 Ly) geteilt durch 10 $104.000 \text{ Ly} / 10 = 10.400 \text{ Ly}$

Die Fläche einer Rastereinheit errechnet sich wie folgt:

$$10.400 \text{ Ly} \cdot 10.400 \text{ Ly} = 108,16 \cdot 10^6 \text{ Ly}^2$$

Die Gesamtmasse einer Rastereinheit beträgt dann:

² <http://www.physik.rwth-aachen.de/~hebbeker/lectures/sem02/hoelters2.pdf>

$$108,16 * 10^6 \text{ Ly}^2 * 0,149448 * 10^{30} \text{ kg} = 16,164296 * 10^{36} \text{ kg}$$

Möchte man wissen, wie viele Sonnenmassen das ergibt, so teilt man diesen Massebetrag durch die Masse der Sonne.

$$16,164296 * 10^{36} \text{ kg} / 1,98 * 10^{30} \text{ kg} =$$

8,164 * 10⁶ Sonnenmassen / Rastereinheit von reinem **atomaren Wasserstoff**.

Es ist nun noch der Helium Anteil zu berücksichtigen, dieser liegt bei etwa 9% der Atommenge im Interstellaren Gas. Helium ist viermal schwerer als Wasserstoff, weshalb zur oben errechneten Massenmenge mindestens noch 36% hinzugerechnet werden muss. Ferner ist ein Anteil molekularen Wasserstoffs zu berücksichtigen, der bei etwa 10% liegen dürfte. Daher ist der Massenwert mit dem Faktor 1,5 zu multiplizieren. (Der Staubanteil liegt bei etwa 1% der Atomzahlmenge, das entspricht einer Masse von ca. 15-25% - der Massenwert von Eisen beträgt 56 - diese Massenmenge bleibt unberücksichtigt und damit liegt der errechnete Gesamtmassenwert keinesfalls zu hoch.) So erhält man einen Sonnenmassenwert pro Rastereinheit von

$8,164 * 10^6 * 1,5 = 12,246 * 10^6$ **Sonnenmassen für die äußere Konturlinie / Rastereinheit**

Diese Massenmenge befindet sich unmittelbar am Rand der Gasscheibe (pro Rastereinheit), die in Grafik

3 aus dem Papier von van Albada et al (1985) dargestellt wird.

Nun kann in einer Tabelle der Gesamtmassenwert der Gasscheibe (Warp) für die Galaxie NGC 3198 aufaddiert werden.

In Spalte 1 der Tabelle ist die Anzahl der Rasterflächen eingetragen.

In der Spalte 2 steht der mittlere Massenwert (zwischen zwei Dichtelinien) pro Rastereinheit.

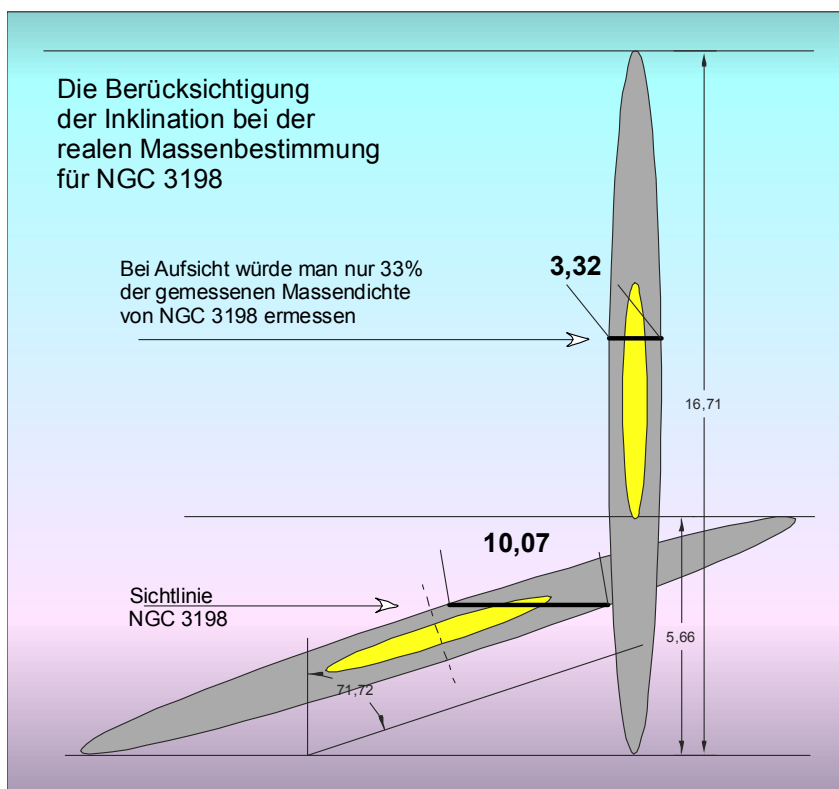
Der Gesamtmassenwert der messbaren, aber unsichtbaren Gasscheibe liegt, nach Multiplikation und Addition aller Werte, bei 18,92 Milliarden Sonnenmassen. (roter Wert in der Tabelle). Da die Massendichteverteilung exponentiell zum Zentrum der Galaxie zunimmt, kann von der Gasscheibe aus auch die sichtbare Masse der Sterne in der Galaxienscheibe und der Halo bestimmt werden, wobei der Halo als kugelförmig angenommen wird.

Die Gesamtmassensumme in der Tabelle ist in blau eingetragen.

(Der Anteil der Interstellaren Materie an der Gesamtmasse der Galaxie wird weiter unten untersucht.)

Berechnung der Massenmengen für die gerasterte Fläche der Galaxie NGC3198

Um die genauen Massenwerte für die Fläche zu ermitteln, ist nun nur noch die Inklination der Galaxie zu berücksichtigen. Für die Massen im Halo gilt das nicht, da der Halo kugelförmig aufgebaut ist und somit eine Inklination entfällt.



Grafik 4 Inklination

Da die Galaxie NGC 3198 unter einem Winkel von ca. 71° von der Erde aus zu beobachten ist, und somit die Massenmenge in der Sichtlinie etwa 3-fach höher ist als in einer Galaxie die man in Aufsicht betrachtet, ist die Masse für eine gerasterte Aufsichtscheibe umzurechnen. (Also zu reduzieren) Das Dichteverhältnis beträgt 3,32 zu 10,07 gleich 0,33. (Die Werte wurden aus der Grafik 4 entnommen) Die, für eine Galaxienscheibe, erhaltenen Massenwerte sind deshalb noch mit dem Faktor 0,33 zu multiplizieren. (siehe Tabelle Spalte 4)

Der Halobereich (Kugel) bleibt davon unberührt. Die Spreizung zwischen Zentrum und messbarem Rand der Galaxie beträgt typischer Weise 1000 zu 1 mit vorgegebener exponentiell zum Rand

hin abfallender Dichteverteilung der Massen. In der folgenden Tabelle sind die drei Bereiche der Galaxie: Disc, Warp und Halo, separat aufgeführt. Der Radius ist in 10 Rasterstücke aufgeteilt. Die drei Bereiche überlappen sich gegenseitig, so dass die Massenwerte für jede Radiuseinheit zusammenzuzählen ist, um eine exponentiell abfallende Massendichteverteilung zu gewährleisten.

Achtung, die unterschiedlichen Bereiche der Galaxie überlappen sich.

Additionsrichtung Sichtbare Sterne

Anzahl der Raster-Massen Flächen / Halokugel	Gemessene Massendichte im Warp In M sol Exponentielle Massenverteilung	Massenmenge pro Kreisring /Kugelschale in Milliarden Sonnenmassen	Faktor Inklination für die Fläche (disc + warp)	Addition der Kreisring /Kugelschale Massenmenge Sichtbar Warp	Radiuseinheit in 10.400 Ly
Gezählte Massenmengen der sichtbaren Sterne in der Disc					
1	x 3000*12,246 * 10 ⁶	= 36,76	X 0,33 = 12,13	12,13	Zentrum
4	x 430*12,246 * 10 ⁶	= 21,08	X 0,33 = 6,96	19,09	1
8	x 208*12,246 * 10 ⁶	= 20,40	X 0,33 = 6,73	25,82	2
20	x 72*12,246 * 10 ⁶	= 17,64	X 0,33 = 5,82	31,64	3
Gase und Sterne im Halobereich (Kugel)					
74	x 6*12,246 * 10 ⁶	= 5,44		5,44	2
98	x 4,1*12,246 * 10 ⁶	= 4,92		10,36	3
250	x 2,5*12,246 * 10 ⁶	= 7,65		18,01	4
342	x 1,42*12,246 * 10 ⁶	= 5,95		23,96	5
578	x 0,692*12,246 * 10 ⁶	= 4,88		28,84	6
586	x 0,41*12,246 * 10 ⁶	= 2,92		31,76	7
914	x 0,157*12,246 * 10 ⁶	= 1,76		33,52	8
990	x 0,125*12,246 * 10 ⁶	= 1,52		35,04	9
1226	x 0,02*12,246 * 10 ⁶	= 0,40		35,44	10
Gemessene Massenmengen des neutralen Wasserstoffes +Helium +H2 im Warp					85,60
8	x 28*12,246 * 10 ⁶	= 2,76	X 0,33 = 0,91	18,92	2
20	x 26*12,246 * 10 ⁶	= 6,36	X 0,33 = 2,10	18,01	3
28	x 24*12,246 * 10 ⁶	= 8,24	X 0,33 = 2,72	15,91	4
36	x 21*12,246 * 10 ⁶	= 9,24	X 0,33 = 3,05	13,19	5
40	x 18*12,246 * 10 ⁶	= 8,80	X 0,33 = 2,90	10,14	6
40	x 15*12,246 * 10 ⁶	= 7,36	X 0,33 = 2,43	7,24	7
48	x 10*12,246 * 10 ⁶	= 5,88	X 0,33 = 1,94	4,81	8
62	x 8*12,246 * 10 ⁶	= 6,08	X 0,33 = 2,01	2,87	9
70	x 3*12,246 * 10 ⁶	= 2,60	X 0,33 = 0,86	0,86	10

Halobereich + Übergangsbereich

Sichtbar - meßbar

Additionsrichtung Warp

Die grünen Werte wurden aus Grafik 3 für den Warp übernommen und daran anschließend, entsprechend der exponentiellen Massenverteilung in einer Galaxie, wurden die anderen Massenwerte, hier pinkfarben dargestellt, entsprechend der Leuchtkraft-Massenverteilung angelehnt und in der Tabelle weitergeführt. Die so ermittelte sichtbare Masse der Sterne liegt bei etwa 31,6 Milliarden Sonnenmassen. Dieser Wert wird auch in der Literatur ³ genannt, womit die Zuverlässigkeit der Ermittlungsmethode über die exponentielle Massendichteverteilungskurve unter Beweis gestellt ist. Die exponentielle Massendichteverteilung in den Galaxien folgt übrigens der Formel

$$\gamma = \frac{1}{1 - \sqrt{\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Wie die Grafik 8 mittels der Leuchtkraftverteilung auch nachweist.

Es ist dies erstaunlicher Weise die „Relativitätsformel“ oder aber auch Lorentztransformationsformel genannt. Es ist in diesem Zusammenhang interessant, die Frage aufzuwerfen, woher die Massen wissen, dass sie sich nach dieser Funktion in der Galaxie vom Rand bis zum Zentrum zu verteilen haben. Siehe dazu Grafik 9, und 10 am Ende der galaktischen Massenberechnung.

³ Burkert, Andreas (10/2006) Auf der Suche nach dunkler Materie in Ellipt. Galaxien, Sterne und Weltraum S. 23

In Summe kann für NGC 3198 folgender gemessener Befund erstellt werden:

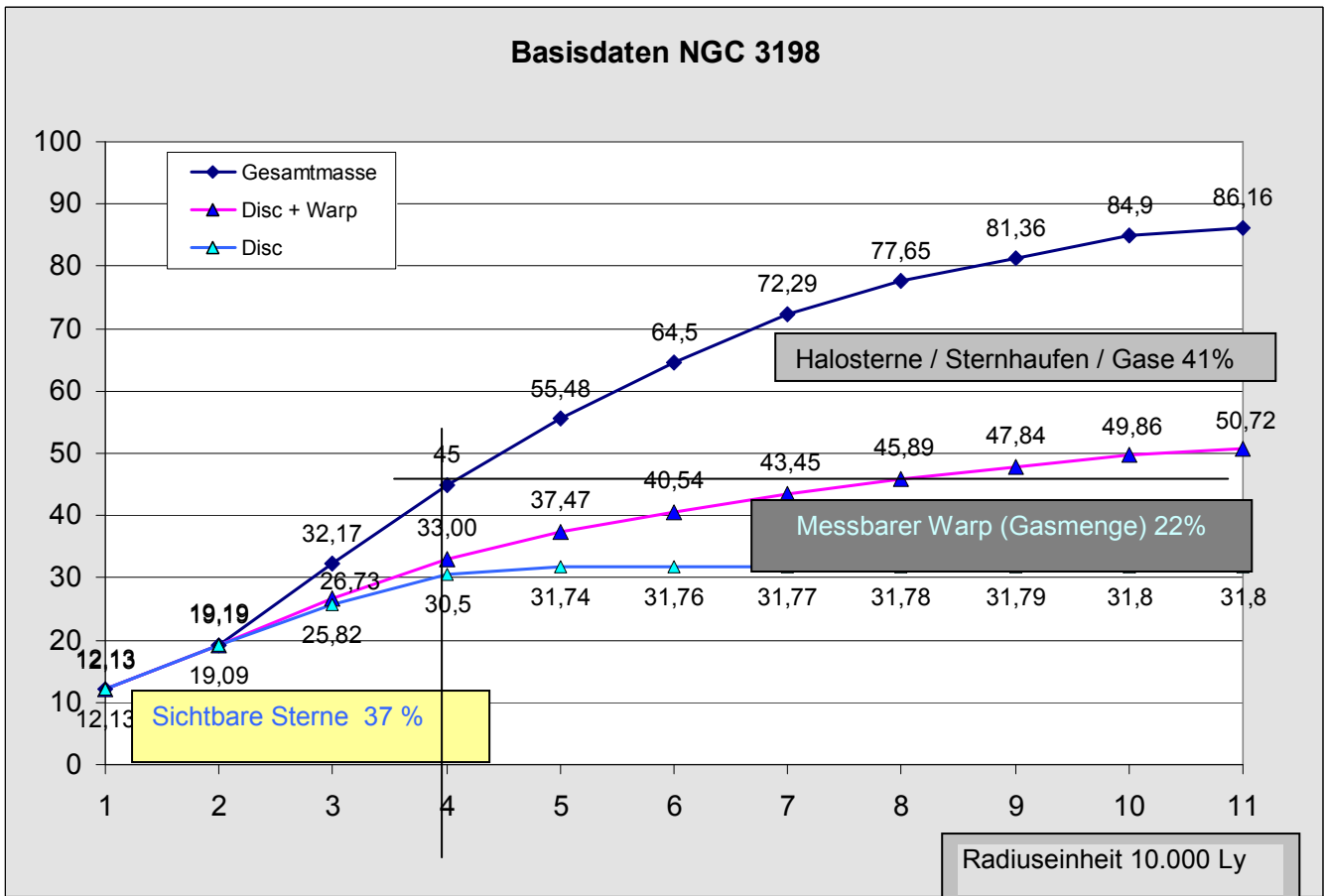
Umlaufgeschwindigkeit : 150km/s flach(+/- 10%)
 Für den Bereich 1- 31,8 kpc
 Massendichte : exponentiell fallend

M des unsichtbaren Halo: 35,44 Milliarden M_{sol}
 Gasscheibe : 18,92 Milliarden M_{sol}
 M_{sol}. Sichtbare Sterne : 31,64 Milliarden M_{sol}
 Gesamtmassenmenge : 85,60 Milliarden M_{sol}

Gesamtausdehnung
 der messbaren Scheibe : 207. 600 Ly (63,6 kpc)
 Entspricht 0° 23,8 ´

Entspricht einem Radius: 103. 800 Ly (31,8 kpc)
 Entfernung von der Erde: 30 Mio. Ly (9,2 Mpc)
 Ausdehnung nur sichtbare
 Sichtb. Scheibe (D) : 69.200 Ly (21,2 kpc)
 Entspricht einem Radius: 34.600 Ly (10,6 kpc)

Die in der Realität gefundenen **Massenwerte** und **Längenausdehnungen** sind in der folgenden Grafik nochmals anschaulich zusammengetragen.



Grafik 5

Diese Grafik zeigt die **typische Kurve für die Gesamtmasse** einer Galaxie, die ja in der exponentiellen Massenverteilung innerhalb der Galaxie ihre Ursache hat.

Die **gemessene Gesamtmassenmenge für NGC 3198** liegt bei ca. **86 Milliarden Sonnenmassen**. Diese Massen teilen sich wie folgt auf:

1. Die **sichtbare Sternenscheibe**, die etwa ein Drittel des inneren Bereiches der Gasamtgalaxie mit 31

Milliarden Sonnenmassen (ca. 37 % der Gesamtmasse) belegt. Sie endet in der Grafik an der senkrechten Linie.

2. Nach außen schließt sich an die sichtbare Scheibe eine **unsichtbare Gasscheibe**, der so genannte „Warp“ an. Diese Gasscheibe besteht **gewichtsmäßig** zu 50 % aus atomaren, messbaren Wasserstoff, zu 40 % aus Helium und zu 10 % aus molekularem Wasserstoff.(entsprechend der Zusammensetzung der interstellaren Materie) und vereinigt etwa 22% der Gesamtmasse auf sich.

3. Um die Gesamtscheibe der Galaxie herum befindet sich der **Halo** mit Einzelsternen, Sternhaufen und kompakten Wasserstoffwolken. Die Materie ist hier nicht auf eine dünne Fläche konzentriert, sondern kugelförmig sehr dünn verteilt (unterhalb der messbaren Gasmengen) und macht einen Anteil von etwa 41% der Gesamtmasse der Galaxie aus. Wegen der kugelförmigen Verteilung der Massen (und damit verbunden ist eine große Menge an Volumenrasteinheiten) ist die Massendichte des Halo etwa 10 - 100 -fach dünner, als die Massendichte im noch messbaren Warp und geht am Rand in die Intergalaktische Materie (ISM) über. Die Massendichte am Rand des Halos nimmt dann nicht mehr ab.

Die **Umlaufgeschwindigkeit** (hier in der Grafik nicht eingezeichnet) liegt bei 150 km/s in der gesamten sichtbaren und gemessenen galaktischen Scheibe.

Grob eingeteilt kann man sagen, dass die sichtbare Sternenmasse von NGC 3198 bei insgesamt 32 Milliarden Sonnenmassen liegt. Dies bestätigt beispielsweise auch Burkert.⁴ Die Massen der von Sulentik gemessenen Gase liegen bei etwa 19 Milliarden Sonnenmassen. Diese beiden Massenwerte sind als gesichert anzunehmen. Die, wegen der geringen Massendichte, nicht messbaren Halomassen machen etwa 35 Milliarden Sonnenmassen aus. Der hier dargestellte Massengesamtwert des Halos bewegt sich an der unteren Grenze und könnte in der Verlängerung des Warp in den Halo hinein durchaus auch doppelt so hohe Massenwerte aufweisen. Dies würde eine Massenzunahme für die Gesamtgalaxie von etwa 20% ausmachen, so dass eine Gesamtmasse von ca. 100 Milliarden ☼ anzunehmen wäre.

Diese genannten Werte sind in guter relativer Übereinstimmung zu unserer Milchstraße, die etwa doppelt so groß wie NGC 3198 sein soll.

Diskussion

Im Folgenden werden diese in der Realität **gemessenen** Werte der Beispielgalaxie NGC 3198 auf Plausibilität geprüft werden. Insbesondere ist zu überprüfen, ob die gemessene Massenverteilung mit ihrem typischen Kurvenverlauf auch **rechnerisch** zu der gemessenen Ausdehnung und Geschwindigkeitsverteilung passt.

Die rechnerische Überprüfung zeigt als Ergebnis:

Errechnet man die Massenmenge über ein gerastertes Modell (357 Massepunkte) diskret über den gravitativen

Drehpunkt, wie im ersten Teil dieser Arbeit ausführlich dargestellt, so wird für eine flache Rotation von 150 km/s, je nach Massenverteilung in der Fläche, eine Gesamtmasse von ca.80- 100 Milliard. ☼ benötigt.

Vergleicht man den realen, **gemessenen Wert von 86 Milliard. ☼ (Toleranz ± 20%)**, mit dem **errechneten Wert von 80- 100 Milliard. ☼**, so liegt der gemessene, reale Wert fast genau im Mittel der errechneten Masse. Der Toleranzbereich ist bei ± 20% anzusetzen und wird eingehalten. Damit liegen die Werte im Toleranzbereich und eine dunkle Materie wird auch hier in der Galaxie NGC 3198 ebenso wenig benötigt, wie auch in unserem Sonnensystem.

(Benutzt man zur Überprüfung der Massen von NGC 3198 die im ersten Teil der Arbeit beispielhaft durchgeführte **Berechnung 3.4** mit ihrer doch recht groben Rasterung „**Berechnung aller WMAP Parameter im Vielkörpermodell**“, so wird auch in diesem einfachen Modell ein Massegesamtwert von ca.104 Milliard. ☼ für die Galaxie NGC 3198 errechnet. Dazu ist es nötig die Massen um den Faktor $9,0281118 \cdot 10^{10}$ und Radien um den Faktor $1 \cdot 10^9$ entsprechend zu vergrößern, um auf die galaktischen Dimensionen zu kommen. Die Umlaufgeschwindigkeit der Außenmasse erhöht sich bei dieser Massenmenge und dem gemessenen Radius von NGC 3198 auf 150 km/s. Dieser Wert wird auch in der Realität gemessen. Die Umlaufdauer für eine solche Außenmasse in der Galaxie NGC 3198 beträgt übrigens 1,253 Milliarden Jahre. Die Rechenwerte wind am Ende von Teil 2 aufgeführt.)

Als Ergebnis dieses Massenvergleichs ist festzustellen:

1. In allen Galaxien bewegen sich die Massen nicht auf Keplerbahnen, sondern ausschließlich auf Librationsbahnen.

2. Der zentrale, visuelle Drehpunkt (Massenschwerpunkt) ist nicht der gravitative Bezugspunkt.

3. Die **gemessene** Masse einer Galaxie entspricht der über den Gravitativen Drehpunkt **berechneten** Masse.

4. Die so genannte Dunkle Materie ist durch den mathematischen Beweis eindeutig als Rechenfehler entlarvt.

Anmerkung zur Literatur:

⁴ Burkert, Andreas (10/2006) Auf der Suche nach dunkler Materie in Ellipt. Galaxien, Sterne und Weltraum S. 23

Aus den Basiswerten von Sulentic ist zu entnehmen, dass der Gesamtmassenwert für die messbare Gasscheibe (Warp) bei **18,92 Milliarden Sonnenmassen** liegt. Warum „van Albada (1985) Vol. 295“ in seinem Papier auf nur 4,8 Milliarden Sonnenmassen für die Gasscheibe kommt, kann rechnerisch nicht nachvollzogen werden. Van Albada spricht vom „Schätzen“ und „fitten“ der Massen, eine nachvollziehbare Berechnung der Massen ist in dem Papier leider nicht zu finden. Zumal dieser von ihm genannte Massenwert eine Massendichte voraussetzt, die weit unter dem Wert für die intergalaktische Materie weit außerhalb jeder Galaxie anzusiedeln ist. An diesem Beispiel der Massendifferenzen zeigt sich einmal mehr:

„Die Literatur ist stets sorgfältig daraufhin zu untersuchen, inwieweit man sich in den Arbeiten auf Basisdaten bezieht oder ob bereits aus den Basisdaten Zusammenhänge abgeleitet oder weitere Parameter errechnet wurden.

Eine Ableitung oder ein falscher Bezug beinhaltet stets die Gefahr, dass der Autor des Papiers bereits eigene oder fremde Wünsche oder Vorstellungen in das Papier mit einarbeitet und dass diese eigenen Vorstellungen nicht sauber von den Basisdaten getrennt werden.

Um Daten miteinander zu vergleichen, ist es unabdingbar, die gleichen Basiseinheiten zu verwenden. Das hört sich trivial an, ist aber sehr wichtig. Es kommt leider öfter vor, dass Maßstäbe in den Arbeiten geändert werden und deshalb Kurven nahezu gleich erscheinen, obwohl sie unvereinbare Aussagen enthalten. Auch dafür liefert das zitierte Papier Anschauungsmaterial: Es erscheinen Grafiken bei van Albada (1985), die eine Größe der galaktischen Scheibe vorgeben, die im Durchmesser bei 100 kpc (325.945 Ly) liegen soll. Warum dieser hohe Wert genommen wird, obwohl die **gemessene maximale** Größe (Durchmesser) der sichtbaren, galaktischen Scheibe nur bei 10,6 kpc (34. 600 Ly Radius) liegt und die der messbaren Scheibe bei maximal 31,8 kpc (103.800 Ly Radius), ist unverständlich (Fig. 4 und 5 bei van Albada)

Die Figuren (Grafiken), in dem Papier von van Albada et al (1985), die die Galaxie NGC 3198 betreffen, haben einen Längenmaßstab von 50 kpc Radius . Zum direkten Vergleich wurde die tatsächliche Größe von NGC 3198 (die komplette Grafik 3) in das Bild unten mit eingefügt. und maßstabsgerecht verkleinert und gedreht. Die kleine gelbe Scheibe stellt die sichtbare Galaxie dar!

Eindeutige Messwerte liegen nur für den sichtbaren und den messbaren galaktischen Warp-Bereich bis 32

kpc Radius vor, alles was über 32 kpc hinausgeht, ist reine Vermutung ohne Messwerte! Wie groß der Vermutungsbereich ist, zeigt ein Volumenvergleich: Eine Kugel (Halo) mit 50 kpc Radius hat ein Volumen von

$$V = \frac{4 \cdot \Pi \cdot r^3}{3} = 523.583 \text{ kpc}^3$$

Eine Kugel mit 32 kpc Radius hat dagegen nur ein Volumen von 133.254 kpc³ (523,6 – 133,3) / 523,6 = 0,75 entspricht 75%. Es wird somit 3-mal mehr Volumen betrachtet, als gesichert ermessene wurde. Damit stützen sich die Ergebnisse über eine Verteilung der dunklen Materie in dem Papier von van Albada et al (1985) „Distribution of dark matter in the spiral galaxy NGC 3198“ auf **75 %** Vermutung und auf **25 %** gemessene Realität. Das lässt keine Plausibilität mehr in den Ergebnissen erwarten. Der hier beschriebene Sachverhalt wird auch in dem zum Thema erschienenen Buch behandelt.⁵

Anmerkung: Rechnet man trotzdem die Massenverteilung bis zu einem Radius von 50 kpc, also zusätzlich die reale Massenverteilung der intergalaktischen Materie (ISM) (Die Dichte der Inter Stellaren Materie ISM beträgt 10⁻⁴ – 10⁵ Atome pro cm³. Diese Werte sind bei Wikipedia angegeben) zu der Masse der Galaxie mit dazu, genommen wurde hier ein unterer Wert von 2*10⁻² Atome / cm³, mit nur einem Fünftel der Randmasse des Warps bis zu einem Radius von 50 kpc, so müssen zu dem realen Massenwert von 86 Milliard. ☼ noch einmal reale 47 Milliard. ☼ für die ISM hinzuaddiert werden. Das ergibt in Summe dann ca. 133 Milliard. ☼. Mit diesem Massenwert lässt sich auch eine, über den Rand der Galaxie hinausgehende gleich bleibende Umlaufgeschwindigkeit der Massen von 150 km/sek. auch außerhalb der messbaren Galaxie errechnen. Der Massenanteil der ISM in der Galaxie selbst würde bei dem oben angenommenen Dichtewert übrigens 12,4 Milliard. ☼ betragen. Die Berechnung dazu findet man in der Tabelle auf der folgenden Seite.

Das heißt, das ein beliebiger Raumbereich des Universums mit einem Durchmesser von 100 kpc, der **keine** Galaxie enthält, einen Massengesamtwert ISM von

+12,4 Milliard. ☼

+47,0 Milliard. ☼

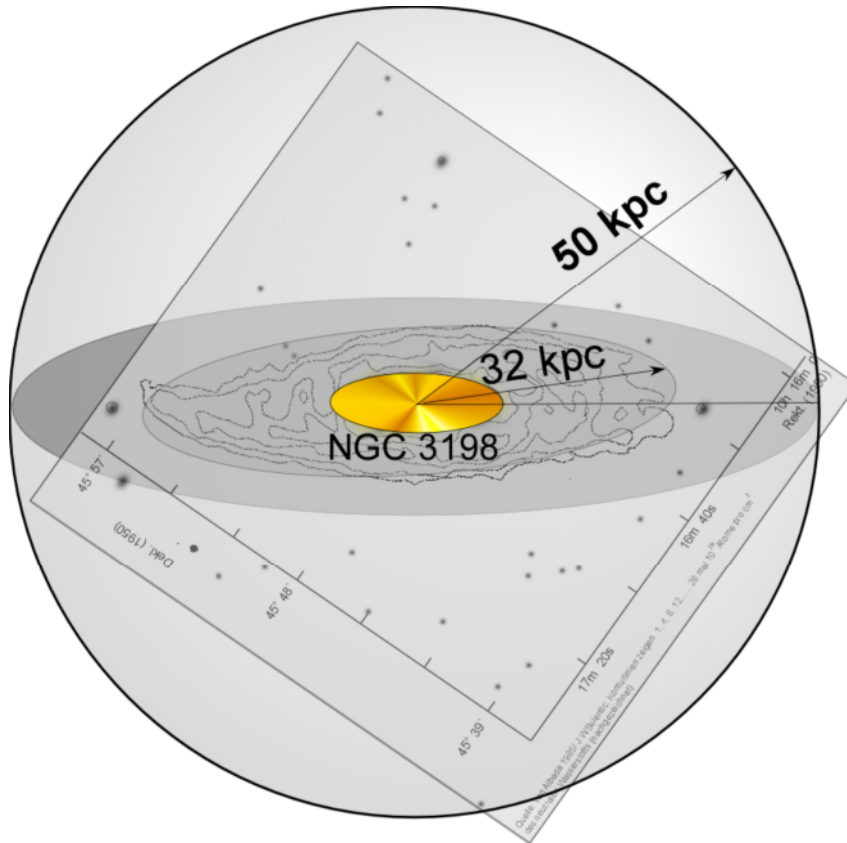
Ca. 60 Milliard. ☼ ISM enthält

⁵ [Krau2007]

Krause M. *Die rätselhafte Dunkle Materie auf dem Prüfstand*, CID (Cosmologic Independent Department), Kirchzarten, (2007)

Warum in dem genannten Papier bei van Albada nicht einmal dieser Massengesamtwert der ISM, die ja den Raum **zwischen** den Galaxien ausfüllt, für die Galaxie NGC 3198 errechnet wird, sondern nur etwa 50% der ISM, das ist in der Tat verblüffend und nicht nachvollziehbar.

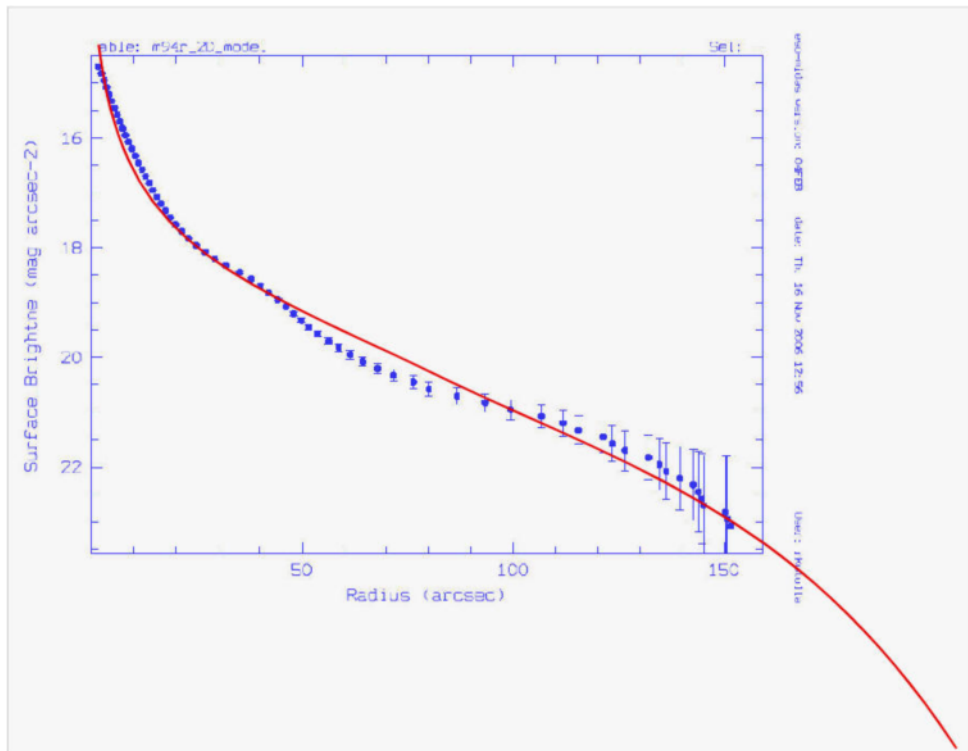
Grafik 6
Volumenvergleich *Realität / Literatur*



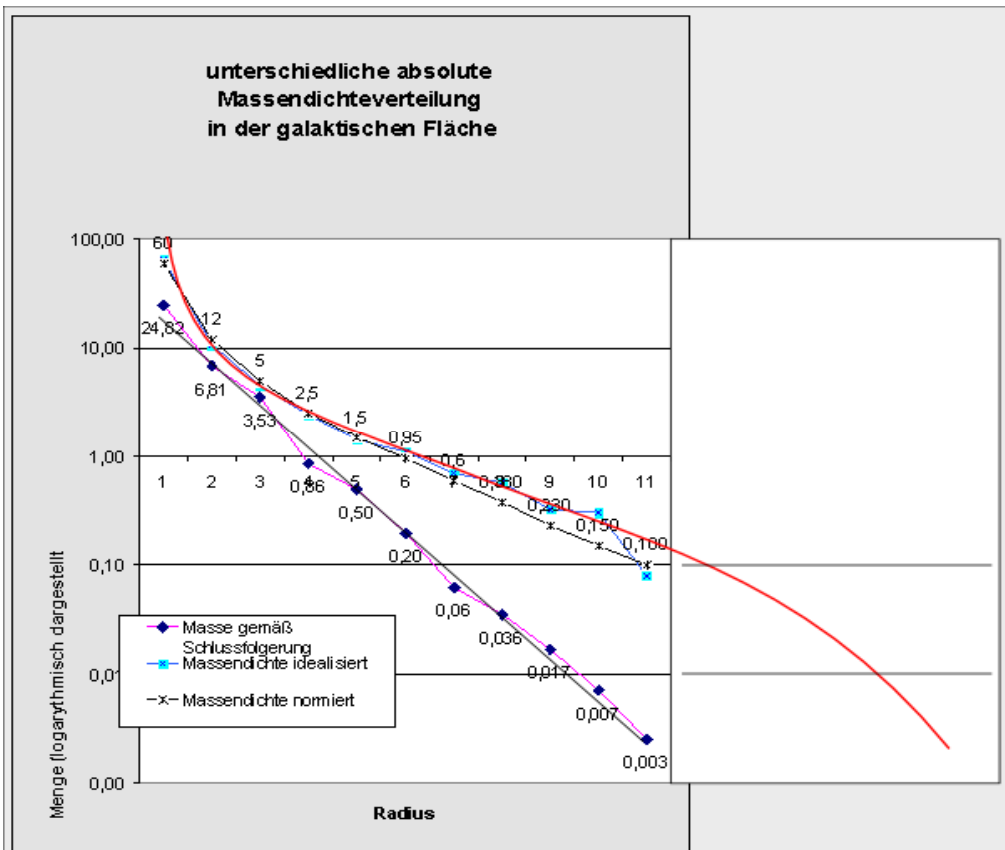
Untersuchung über den Anteil der Interstellaren Materie an der Gesamtmasse einer Galaxie mit einem Durchmesser von 64 kpc (Radius 32 kpc).

Anzahl der Raster-Massen Halokugel	ISM Massendichte im Halo In M sol Gleichmäßiger Massenverteilung	Massenmenge pro Kugelschale in Milliarden Sonnenmassen	Addition der Kugelschale in Milliarden Sonnenmassen	Radiuseneinheit in 10.400 Ly	Sonnenmassen / pc ⁻³ in der Galaxie (disc+warp) 10.400 Ly Rasterabstand	Sonnenmassen / pc ⁻³ in der Galaxie (halo) 10.400 Ly Rasterabstand	
Anteil der interstellare Gase im Halobereich (Kugel)							
1	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	0,00245	0,00245	Zentrum	1,1424	
6	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	0,015	0,0175	1	0,16374	
74	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	0,18	0,197	2	0,07616	
98	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	0,24	0,437	3	0,03245	0,015
250	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	0,61	1,047	4	4	
342	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	0,86	1,907	5	5	
578	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	1,42	3,327	6	6	
586	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	1,44	4,767	7	7	
914	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	2,24	7,007	8	8	
990	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	2,42	9,427	9	9	
1226	x	0,2*12,246 * 10 ⁶ =	3,00	12,427	10	0,0011425	
Gemessene Massenmengen des neutralen Wasserstoffes +Helium +H2 im Halo					ISM	0,000.076.2	
12,43 Milliarden Sonnenmassen							

Um zu einer flachen Umlaufgeschwindigkeit in der Galaxie zu gelangen, müssen die Massen eine definierte Dichteverteilung in der galaktischen Fläche und dem Halo aufweisen. Die Grafik 8 zeigt diese typische Dichteverteilung anhand der Leuchtkraftverteilung. Diese Verteilungskurve entspricht im Mittel der Relativitätsformel. Die Massenmengenabweichung von der idealen Funktion liegt unter einem Tausendstel vom Gesamtmassenwert der Galaxien.



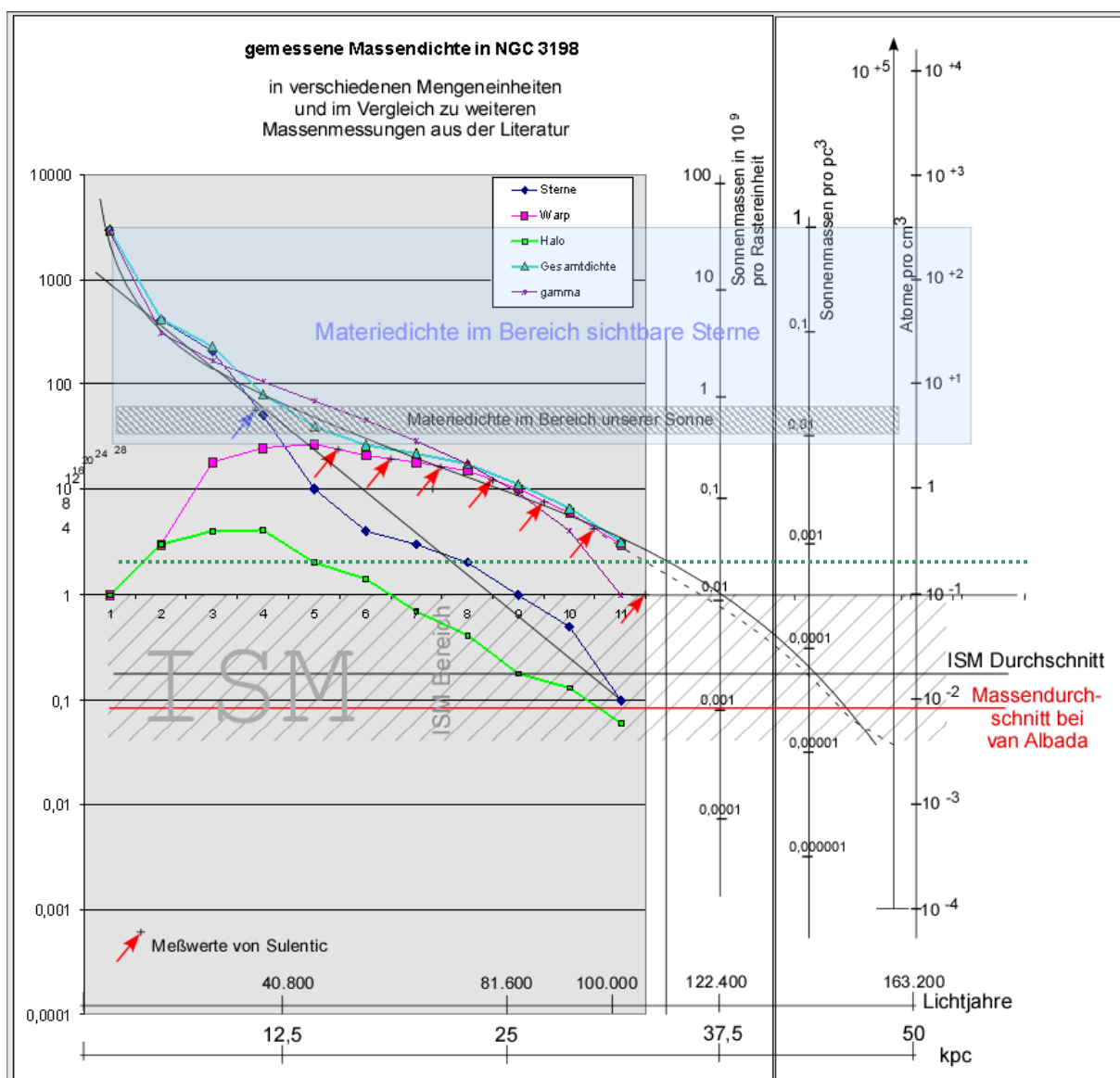
Grafik 7 Leuchtkraftverteilung in einer Galaxie (entnommen aus <http://www.uni-sw.gwdg.de/academics/f-praktikum/galaxien/anleitung-galaxien.pdf>) mit der, vom Verfasser eingefügten, roten Relativitätskurve. Diese Kurve entspricht der Massendichteverteilung in einer galaktischen Scheibe vom Zentrum bis zur intergalaktischen Materie über den messbaren Rand hinaus.



Grafik 8 zeigt die korrekte gemessene Massenverteilung entsprechend der Leuchtkraftverteilung (rote Kurve) in einer Galaxie.

Die eingefügte Massendichte gemäß „Schlussfolgerung“ aus einer Arbeit für Lehrerfortbildung⁶ hat zwar den idealen exponentiellen Abfall (in der logarithmischen Skalierung ergibt das eine gerade Linie) aber diese ideale, geschlussfolgerte exponentielle Massendichte einer reinen „e-Funktion“ entspricht **nicht** der gemessenen Leuchtkraft- bzw. Massendichteverteilung und ist daher als falsch zu bezeichnen. Der rechts angefügte Bereich in der Grafik stellt die zwar unsichtbare aber messbare Gasmengenverteilung als Erweiterung über den sichtbaren Teil der Galaxie hinaus dar. In der folgenden Grafik 9 werden die real über die H1 Wasserstoffmenge radiometrisch gemessenen Massenwerte gezeigt, die dann auch mit der Leuchtkraftverteilung aus Grafik 7 (8) übereinstimmt. Auch in dieser Grafik wird die Massendichtekurve auch außerhalb der messbaren Scheibe bis zur intergalaktischen Materie ISM weitergeführt.

In der nun folgenden Grafik 9 werden die tatsächlich gemessenen Massemengen einer Galaxie (NGC 3198) mit den, in der Literatur häufig verwendeten Maßeinheiten, zusammengetragen. Es entsteht so ein übersichtliches, abgerundetes und recht genaues Bild über die tatsächlich vorhandenen sichtbaren und messbaren Massen. Zusätzlich sind in diese Grafik auch Massenwerte aus weiteren Quellen eingefügt, um eine Vergleichbarkeit der genannten Werte zu erreichen. Es zeigt sich, dass die Massenwerte aus den unterschiedlichen Bereichen und Quellen ein harmonisches Gesamtbild ergeben.



Grafik 9 Zusammenfassung von unterschiedlichen Quellen über die Massenverteilung in einer Galaxie. Als eingefügtes Beispiel wird die gemessene Massenverteilung für die Galaxie NGC 3198 dargestellt.

⁶ <http://lehrerfortbildung-bw.de/akaprojekte/didak/wis/workshop4/rotationskurve.pdf>

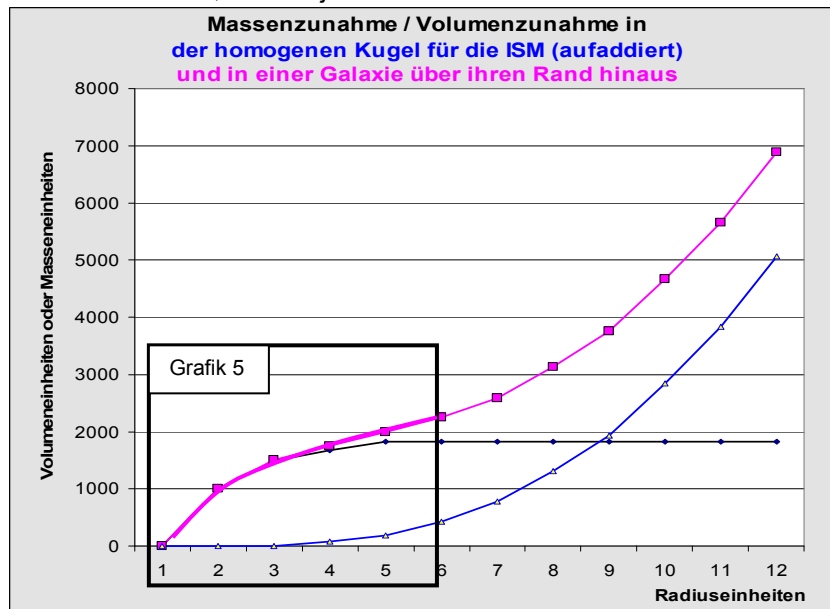
Der Maßstab links in der Grafik zeigt nur die Wasserstoffdichte von $1 \text{ mal } 10^{20} \text{ Atome pro cm}^2$ an der waagerechten Mittellinie an. Die waagerechte Mittellinie zeigt Rastereinheiten von je 10.000 Ly an

So bilden die radiometrisch gemessenen Massenwerte des unsichtbaren Warp⁷, hier mit einem roten Pfeil markiert, die Basis von der bei der Massenermittlung für die Galaxie NGC 3198 ausgegangen wird. Die außerhalb an die mit einem Pfeil markierten sich anschließende Massenwerte (grau schraffierter Bereich) gehören zur ISM (intergalaktische Materie) die von ihrer Menge her der leicht geschwungenen Leuchtkraftkurve aus Grafik 7 folgen sollten. An dieser Leuchtkraftkurve mit ihrem charakteristischen Verlauf, wird die Massenverteilung von NGC 3198 angelehnt. Die Relativitätskurve ist einmal in geraffter Form (violette Kurve) bis 100.000 Ly eingetragen, und einmal in gestreckter Form bis in 150.000 Ly (schwarze geschwungene Kurve). An die gestreckte Form der Relativitätskurve wird die Massendichteverteilung in NGC 3198 angelehnt. So schließt sich unmittelbar oberhalb in der Grafik (innerhalb der galaktischen Scheibe) der von Sulentic radiometrisch gemessenen Werte des Warp, die sichtbare Sternenmasse des Disc an. Die Menge der sichtbaren Sterne in NGC 3198 wird bestätigt durch die festgestellte Materiedichte (hellblau hinterlegter Bereich) im inneren Bereich von mehreren anderen Galaxien (In der Fußnote genannte Arbeit Fig. 3 auf Seite 7)⁸ Im Zentrum einer jeden Galaxie befindet sich ein schwarzes Loch und damit geht die Materiedichte, der Relativitätskurve folgend, gegen unendlich.

Zusätzlich bestätigt wird die Massenmenge der sichtbaren Sterne durch die Massendichte im Bereich unserer eigenen Sonne, hier dargestellt durch den fein schraffierten grauen Bereich mit blauem Pfeil. Nach Außen, zum Rand der Galaxie hin, nimmt die Masse der sichtbaren Sterne stark ab (dunkelblaue Kurve mit Rautenpunkten) und parallel dazu nimmt die Masse des atomaren Wasserstoffs stark zu.

Die Massendichte des Halobereichs, hier grün in der Grafik 9 eingetragen, bewegt sich überwiegend im Bereich der ISM. Der Innere Bereich des Halos ist, mit einer Massendichte die man am Rand des Warps wieder findet, mit nur wenig Masse bestückt. Bildet man einen Massendurchschnitt, so liegt dieser bei nur einem Fünftel der Massendichte, die am äußeren Rand der messbaren Gasscheibe auftritt. Der Materiedichtewert bleibt im Raumbereich, der die Galaxie umgibt, schließlich nahezu unverändert, man befindet sich dort im Intergalaktischen Materiebereich.

Anmerkung: Die Massenmenge nimmt, außerhalb einer galaktischen Scheibe und mit stets größer werdendem Radius, durch die größer werdenden betrachteten Volumina der Raumkugel mit dem Quadrat zu, da in jeder weiteren Volumeneinheit eine nicht unerhebliche Menge an ISM



Grafik 10 zeigt die quadratischen Massenzunahme bei größer werdendem Radius in der homogenen Kugel gefüllt mit ISM. (blaue Kurve) Der kleine schwarz umrandete Bereich stellt die eigentliche galaktische Ausdehnung mit Disc, Warp und Halo dar, wie das in Grafik 5 abgebildet ist. Die über die ISM hinausgehende Galaktische Masse wird durch die schwarze Kurve repräsentiert. Die **Massensumme** aus beiden Massen zeigt die pinkfarbene Kurve. Diese Kurve stellt die tatsächliche Masse einer Galaxie dar.

⁷ [van Albada et al \(1985\), ApJ 295, 313](#). mit Grafik der Massenverteilung von Sulentic „Distribution of dark matter in the spiral galaxy NGC 3198“

⁸ http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0808/0808.3188v1.pdf

steckt. Eine **gleichbleibende** Massenmenge mit zunehmendem Radius, wie oftmals in der Literatur grafisch dargestellt⁹, ist schon durch diese einfache Überlegung als ausnahmslos falsch zu bezeichnen. Die tatsächliche Massensummenkurve einer Galaxie wird in der Grafik 10 als pinkfarbene Kurve gezeigt. Außerhalb des schwarzen Rahmens (außerhalb des messbaren Bereichs) ist der Bereich der ISM, der die **Massensumme** für den betrachteten Raum weiter quadratisch ansteigen lässt.

Insgesamt kann also für die Galaxie NGC 3198 ein recht realistisches Massenverteilungsbild gezeichnet werden. Die Gesamtmasse unterliegt einer gewissen Toleranz, die mit ca. 20 % angesetzt werden kann. Bei den Gasmengen im äußeren Bereich der Galaxie wurde beispielsweise der Staub nicht berücksichtigt, der zwar nur 1% der Atommenge ausmacht, aber gewichtsmäßig doch erheblich mit ca. 15 - 25 % zu Buche schlägt. Das heißt für das Massenergebnis, das der Massengesamtwert für NGC 3198 eher noch etwas größer ausfallen würde als das hier dargestellt wurde.

Es gibt in der Literatur aber auch Werte, die stark abweichende Massenmengen für Galaxien verwenden. Dies trägt zu einer gewissen Verwirrung bei. Prüft man jedoch die genannten abweichenden Werte in diesen Arbeiten, indem man die angegebenen Massen für ein bestimmtes Raumvolumen der Intergalaktischen Materie (ISM) gegenüberstellt, so zeigt sich deutlich die Fehlerhaftigkeit.

Als Beispiel sei wiederum die Arbeit von van Albada¹⁰ genannt. Rechnet man die von ihm genannte Massenmenge für die Galaxie NGC 3198 in seiner Arbeit auf die von ihm angegebene Raumgröße für diese Galaxie von 50 kpc Radius in einen durchschnittlichen Massenwert pro Volumeneinheit um, so liegt dieser durchschnittliche Massenwert erheblich unter der durchschnittlichen intergalaktischen Materie. Das heißt, das hier, bei van Albada, ein Raum ohne! eine Galaxie betrachtet wurde. (Es handelt sich um die rote waagerechte Linie in der Grafik 9. Die grüne punktierte waagerechte Linie zeigt zum Vergleich den durchschnittlichen realen Massenwert für die gleiche Raumgröße.)

In die Grafik 9 wurde noch ein Beispiel für eine Galaxie eingefügt, die mit den gemessenen Werten nicht übereinstimmt. Weder stimmt der typische Verlauf der Massendichte, noch ist die Massenmenge ausreichend. Es handelt sich um eine **Schätzung**, die in einer Arbeit für Lehrerfortbildung verwendet wird. Es handelt sich um die schwarze gerade abfallende Linie. Vermutlich wurde hier nur ein Teil der sichtbaren Sterne berücksichtigt und der Gasanteil völlig ignoriert.¹¹

Weitere Quellen für eine Massendichteverteilung¹²

Nachdem die **gemessene Massenmenge** in der Galaxie NGC3198 recht genau ermittelt werden konnte, ist nun rechnerisch zu prüfen, ob die ermittelte Masse auch zu einer, über die Umlaufgeschwindigkeit **errechneten Masse** passt. Die Umlaufgeschwindigkeit der Sterne und Gasmassen in

NGC 3198 liegt im Mittel bei 150 Km / s.

Es wird zur Berechnung das vereinfachte „WMAP – Vielkörpermodell“ aus dem ersten Teil der Arbeit verwendet. Es sind zur Berechnung lediglich die Massen- und Abstandswerte in dieser Berechnung entsprechend zu vergrößern.

⁹ van Albada et al (1985), ApJ 295, 309. „Distribution of dark matter in the spiral galaxy NGC 3198“

Fig 5 zeigt die typisch fehlerhaften Massensummenwerte für den Halobereich

¹⁰ van Albada et al (1985), ApJ 295, 313. mit angehängter Grafik von Sulentic

¹¹ <http://lehrerfortbildung-bw.de/akaprojekte/didak/wis/workshop4/rotationskurve.pdf>

¹² <http://www.astro.uni-bonn.de/~peter/Lectures/intro2.pdf>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Molek%C3%BCIwolke>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstrasse>

http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0808/0808.3188v1.pdf

<http://fr.arxiv.org/abs/astro-ph/0608193>

<http://arxiv.org/abs/0801.1232>

<http://www.astro.uni-bonn.de/~peter/Lectures/intro2.pdf>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Molek%C3%BCIwolke>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstrasse>

Um sich einmal ein Bild zu machen, um welche Massen es sich bei der dunklen Materie handelt, sind die beiden folgenden Grafiken als Anschauungsmaterial eingefügt. Einmal wird die tatsächlich gemessene, und auch über den gravitativen Drehpunkt berechnete Massenverteilung in einer Galaxie gezeigt

und

im Vergleich dazu die Massenverteilung einer über das visuelle Zentrum berechneten **fiktiven** Masse einer Galaxie die als die so genannten Dunklen Materie in der Fachwelt bezeichnet wird.



Grafik 11 + 12

Zusammenfassung

In allen mathematischen Berechnungen und Überlegungen im ersten Teil dieser Arbeit konnte bewiesen werden, dass der **visuelle** Drehpunkt oder die **statische Schwerpunktmasse eines Massensystems** zur genauen Berechnung nicht nur ungeeignet, sondern falsch sind. Damit haben die Epizyklen, die dunkle Materie, eine gemeinsame Ursache.

Es ist der falsche Drehpunkt.

Der richtige Drehpunkt eines jeden Massesystems ist der gravitative Drehpunkt, der über den Kräfteschwerpunkt ermittelt wird.

Es folgt:

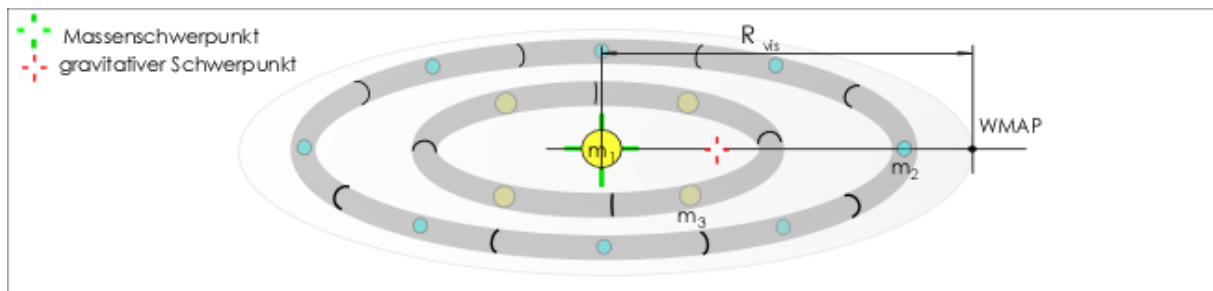
Die Berechnung einer galaktischen Masse über den gravitativen Drehpunkt

1. Ergebnisse der Berechnung für alle Parameter einer rotierenden Einzelmasse als Randmasse im Vielkörper Galaxien Modell für die Galaxie NGC 3198

Die Einzelmasse im Randbereich der Galaxie NGC 3198 wird durch den Satelliten WMAP dargestellt. Diese „Minimalgalaxie“ besteht nur aus zwei Sternen- oder Gasringen und einer Zentralmasse, um die eine winzige Einzelmasse, hier WMAP genannt, kreist. Die Berechnung gleicht der im **Teil 1** dieser Arbeit bereits durchgeführten Berechnung 3.4 bis ins Detail, deshalb kann der genaue Rechenweg dort eingesehen werden. Eine nochmalige Separatberechnung erübrigt sich deshalb.

Das Mengenverhältnis der vier Massensorten beträgt dann:

Satellit / Einzelmasse, je Außenmasse je Innenmasse und Zentralmasse
 $1 \cdot 10^{-20} : 8,25 : 31 ; 137$



Grafik 13 galaktisches Minimalmodell

Ausgangswerte:

1.Gravitationskonstante	$66,7428 \cdot 10^{-12}$
2.1x Zentralmasse /Sonnenmasse m_1	$8,6720216 \cdot 10^{40}$ kg .
3.8x Außenmasse m_2	$5,2222028 \cdot 10^{39}$ kg .
4.4x Innenmasse m_3	$1,9622823 \cdot 10^{40}$ kg .
5.Entfernung Außenm. – Sonne R_{s-a}	$0,780450 \cdot 10^{21}$ m
6.Entfernung Innenm – Sonne R_{2m++}	$0,390000 \cdot 10^{21}$ m
7. WMAP Masse/ Einzelmasse	1,000000 kg

Gesucht wird:

Die Umlaufgeschwindigkeit von WMAP um die Sonne

Die Entfernung R_{w-a} von WMAP vom Außenmassenmittelpunkt (oder von der Sonne)

Wie viel über das Zentrum errechnete dunkle Materie kann in diesem Vielkörperproblem gefunden werden?

Das Ergebnis der Berechnung zeigt dann die folgenden Werte:

Außenmasseumlauf um die Sonne m1 in Tagen:(F4 Teil 1)	457.469.432.849,446 Tage
Bahngeschwindigkeit Außenmasse: (F3 Teil 1)	124.061,2982 m/s
Bahngeschwindigkeit WMAP : (F3/ F2/F1 Teil 1)	150.571,5336 m/s (150,571 km/s)
WMAP Umlauf um die Sonne in Tagen: (F4 Teil 1)	457.469.400.480,510Tage
Entfernung WMAP Außenm.:	$0,16677163 \cdot 10^{21}$ m
Entfernung WMAP Sonne:	$0,94722163 \cdot 10^{21}$ m
Gravitativer Radius von WMAP: (F2/F1 Teil 1)	$0,52982443 \cdot 10^{21}$ m

Errechnet man mit dem **gravitativen Radius** die anziehende Masse, so erhält man mit Formel (**F6** Teil 1) $1,7997547 \cdot 10^{41}$ kg
Das entspricht genau der Summe aus den um den Kräfteparallelogrammanteil reduzierten Massenäquivalent aller Massen $1,7997547 \cdot 10^{41}$ kg

Die Addition aller Massen ergibt **Addition** der Ausgangswerte $2,0698913 \cdot 10^{41}$ kg
Das ergibt **104, 062 Milliarden Sonnenmassen für NGC 3198**

Resümee:

Der über den gravitativen Drehpunkt errechnete Massenwert in diesem galaktischen Minimalmodell liegt bei 104, 062 Milliarden Sonnenmassen für NGC 3198. Der gemessene Massengesamtwert, wie oben ausführlich dargestellt, liegt bei 86 Milliarden Sonnenmassen. Die Abweichung beträgt 21%.

Zusammenstellung der Massenwerte für NGC 3198 mit 32 kpc Radius.

- 104** Milliarden Sonnenmassen errechnet mit dem Minimalmodell (13 Masse-Punkte)
- 80-100** Milliarden Sonnenmassen errechnet mit dem Excellmodell (357Masse-Punkte)
- 86** Milliarden Sonnenmassen werden in der Realität gemessen

Die Abweichung der Werte untereinander liegt im Toleranzbereich von ca. 20%. Alle errechneten Werte sind stimmig, damit ist die Richtigkeit der Berechnung über den gravitativen Drehpunkt auch im Vielkörper-System an der Galaxie NGC 3198 nachgewiesen. Eine dunkle Materie wird nicht gebraucht.

Es folgt nun der Vergleich mit einer galaktischen Berechnung, wie sie derzeit in der Fachwelt üblich ist: Die Massen einer Galaxie werden über die Umlaufgeschwindigkeit der rotierenden Massen berechnet. Dabei wird stets das statische Massenzentrum (Das Zentrum der Galaxie) als Ausgangspunkt für den Radius genommen.

Rechnet man nun gleicherweise die gravitativ wirkende Masse von NGC 3198 mit dem visuellen Radius (Sonnenmittelpunkt – WMAP) aus,

so erhält man mit der Formel (**F6** Teil 1) $3,2176065 \cdot 10^{41}$ kg

Das ergibt **161, 764 Milliarden Sonnenmassen für NGC 3198**

Dieser errechnete Massenwert liegt um **+ 55,45 % !** über dem tatsächlich vorhandenen Massenwert. Der Anteil der dunklen Materie hat sich, wie zuvor vermutet, auch im galaktischen, planetaren Vielkörper-Massenmodell bestätigt. (Dieser errechnete Massenwert liegt um **+ 78,78 % !** über dem errechneten Massenäquivalentwert.)

Welcher Massenwert wird in der Fachliteratur für die Galaxie NGC 3198 errechnet? Aus der Arbeit von van Albada ist ein Massengesamtwert aus der Fig. 5 seiner Arbeit¹³ bei einem Galaxienradius von 32 kpc abzulesen.

Dieser Wert liegt bei ca. **165** Milliarden Sonnenmassen und setzt sich aus Disc und „dunklem“ Halo zusammen.

¹³ van Albada et al (1985), ApJ 295, 313. mit Grafik der Massenverteilung von Sulentic „Distribution of dark matter in the spiral galaxy NGC 3198“

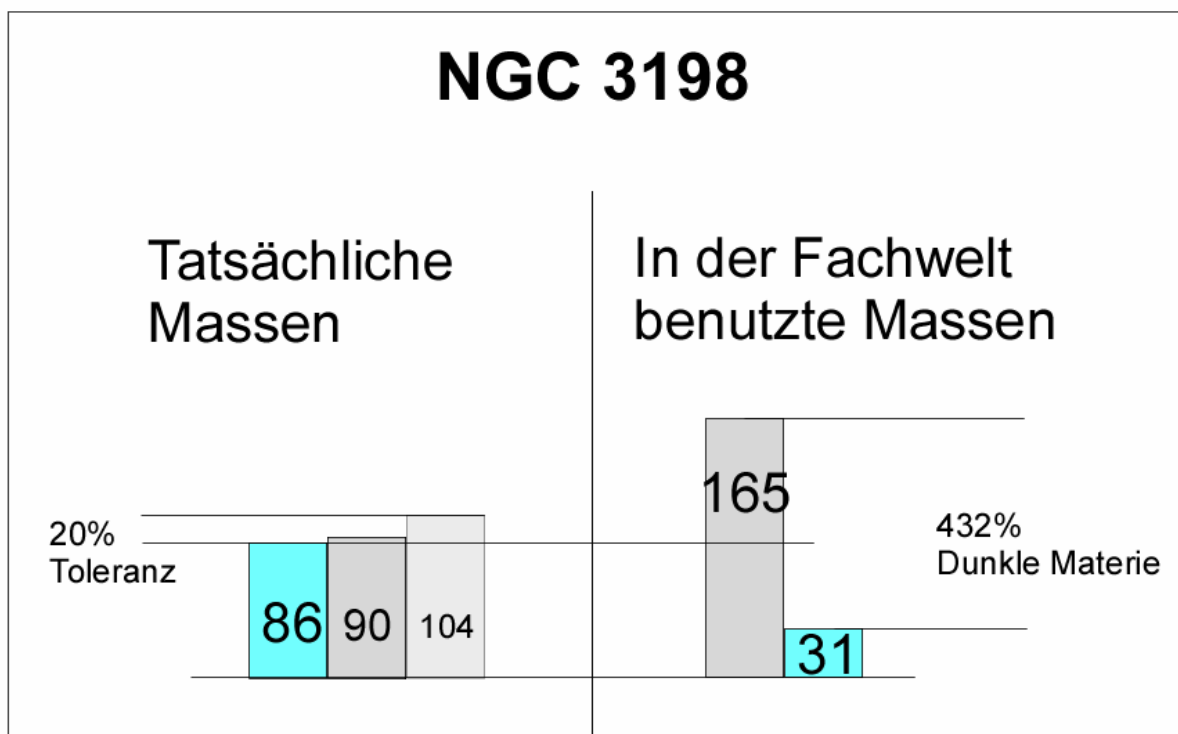
Vergleicht man diesen Wert mit dem über das Minimalmodell errechneten fiktiven Massenwert von **161,764** Milliarden Sonnenmassen, so sind beide Werte nahezu identisch. (2% Differenz)
 Deutlich zeigt sich an der Übereinstimmung der Werte, das auch die fiktive (fehlerhafte) Massenberechnung im Minimalmodell ihre Entsprechung in der Fachwelt hat.

Damit ist nicht nur die richtige Berechnung über den gravitativen Drehpunkt bewiesen sondern auch die fehlerhafte Berechnung der Massen über das statische Massenzentrum.

Der Massengesamtwert von 165 Milliarden Sonnenmassen in der Arbeit von van Albada setzt sich übrigens aus ca. 31 Milliarden realen Sonnenmassen und 134 Milliarden Sonnenmassen Dunkler Materie + Gas zusammen. Das ergibt ein Massenverhältnis von 1 : 4,3.
 In der Arbeit von van Albada wird die Gasmenge im Halo mit 4,8 Milliarden Sonnenmassen angenommen. Die andere Masse im Halo ca. 130 Milliarden Sonnenmassen ist dann folgerichtig der dunklen Materie zuzuordnen.

Die Dunkle Materie kommt also in der Fachwelt durch zwei Fehler zustande.
 Erstens wird eine zu niedrige Realmasse angenommen oder geschätzt.
 Zweitens wird eine überhöhte Gesamtmasse über das visuelle Zentrum errechnet.

Die folgende **Grafik 14** veranschaulicht die oben genannten Werte in der Gegenüberstellung. (Graue Säulen = Errechnete Massen / blaue Säulen = Gemessene oder geschätzte Massen)



8. Literaturhinweise

van Albada et al (1985), ApJ 295, 313. mit Grafik der Massenverteilung von Sulentic
 „Distribution of dark matter in the spiral galaxy NGC 3198“

Burkert, Andreas (10/2006) Auf der Suche nach dunkler Materie in Ellipt. Galaxien, Sterne und Weltraum S. 23

[Krau2007]

Krause M. *Die rätselhafte Dunkle Materie auf dem Prüfstand*, CID (Cosmologic Independent Department),

Kirchzarten, (2007)

<http://www.physik.rwth-aachen.de/~hebbeker/lectures/sem02/hoelters2.pdf>
<http://lehrerfortbildung-bw.de/akaprojekte/didak/wis/workshop4/rotationskurve.pdf>
<http://www.astro.uni-bonn.de/~peter/Lectures/intro2.pdf>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Molek%C3%BCIwolke>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstrasse>
http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0808/0808.3188v1.pdf
<http://fr.arxiv.org/abs/astro-ph/0608193>
<http://arxiv.org/abs/0801.1232>
<http://www.astro.uni-bonn.de/~peter/Lectures/intro2.pdf>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Molek%C3%BCIwolke>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstrasse>

