

Was ist im Zentrum von Andromeda^[1]?

Heute geht es mal wieder um etwas sehr Astrophysisches^[2]. Ganz saubere Astrophysik^[2]. Und es geht hier nicht um irgendein kosmologisches^[3] Problem, das ganze Universum^[4] betreffend und was denn nun dahin ist. Was ist außerhalb des Universums^[4]? Was war vor dem Big Bang^[5]?

Nee nee, wir machen heute etwas, das zur Innenarchitektur^[6] den Kosmos^[7] gehört.

Wir werden uns mit einer Galaxie^[8] beschäftigen. Also nicht mit der ganzen Galaxie^[8], das wär´ ein bisschen viel, aber mit einem Teil der Galaxie^[8].

Genau genommen werden wir uns mit dem Kern^[12] beschäftigen, also dem Zentralbereich. Und man ist sich ganz sicher, ja man ist sich nicht immer sicher, aber in diesem Fall ist man ganz sicher, das sich im Zentrum^[12] von Galaxien^{[1][8]} im allgemeinen Schwarze Löcher^[9] befinden. Super Massive Schwarze Löcher^[9], mit ei-

nigen 10^8 Sonnenmassen. Also einigen 100 Millionen Sonnenmassen. Das kann ich ja schon mal verraten.

Und so ein Schwarzes Loch^[9] ist im Allgemeinen, also normal, wenn man das mal so sagen darf, also normal von einer Gasscheibe^[11] umgeben.

Und dieses Gas^{[11][13]} wird vom Schwarzen Loch^[9] angezogen und auf diese Weise wird eine zentrale Aktivität erzeugt.

Aber **in dem Fall**, von dem wir heute reden, ist es **ganz anders**. Also völlig anders.

Es handelt sich um eine Nachbarin von uns, also von der Milchstraße^[14], es handelt sich um Andromeda^[1].

Und darum soll es heute gehen, um das Zentrum von Andromeda. Was ist da los? Wieso ist das etwas besonderes?

Na, wie werden sehen....

Wie so oft in der Astrophysik^[2], ist man vor Probleme

men und Überraschungen nicht sicher.

Also was ist im Zentrum von Andromeda^[1], der Galaxie M31^[1], für die Experten.

Die Andromeda^[1] Galaxie^[8]? Eine wunderbare, erstklassige Vorzeige Spiralgalaxie^[15]. Andromeda^[1] ist etwa 2,25 – 2,5^[1] Millionen Lichtjahre^[16] von uns entfernt.

Also das Licht, was man da sieht, hat sich vor über 2,25^[1] Millionen Jahren zu uns auf den Weg gemacht, sich durch den Intergalaktischen Raum^[17] gebohrt.

Man sieht diese riesengroße Scheibe, 1,4 mal so groß wie

unsere Milchstraße^[14]. Andromeda hat 2 kleine Begleitgalaxien, M32^[18] und M110^[19].

Und dann hat Andromeda dieses extrem helle Zentrum. Und darum soll es heute gehen.

Das Zentrum von Andromeda^[1] ist so ähnlich, wie das Zentrum unserer Milchstraße^[14], denn.... Man sieht es eigentlich nicht. Also man sieht es nicht so, wie man andere Galaxie^[15]-Kerne sieht. Es gibt Galaxien^{[8][15]}, da kommen Billionen von Sonnenleuchtkräften^[20] aus dem Kern, die sind also richtig hell.

Und das Gebiet ist nicht viel größer als unser Sonnensystem^[21].

Bei Andromeda^[1] ist das anders. Natürlich weiß man wo sich das Zentrum befindet, in der Mitte eben, aber man sieht den innersten Kern nicht so wirklich hell Leuchten. Eher so wie bei unserer Milchstraße^[14], es ist dort eher dunkel.

Naja, woher weiß man denn, dass da ein Schwarzes Loch^[9] ist?

Nun.... Schwarze Löcher^[9] sind ja schwer. *Merkst schon, die Stimme sinkt. Also es ist schwer...*

Das heißt, das Gravitationspotential^{[22][23]} im Zentrum ist tief, und das Schwarze Loch^[9] übt mit seiner massiven Gravitation^[22] eine Wirkung auf sei-

ner Umgebung aus. Und im Allgemeinen ist diese Auswirkung auch zu Messen^[24].

Wenn es sich aber nicht um Gas^[13] handelt, sondern wie im Fall von Andromeda^[1], um Sterne^[25], dann misst man die Geschwindigkeit^[26] der Sterne^[25] auf ihren Bahnen um das Zentrum herum.

Das heißt, die Astrophysiker^[27] der beobachtenden Zunft haben sich den Kern von Andromeda vorgenommen, und die Geschwindigkeit^[26] von Sternen^[25] gemessen.

Wenn also die Geschwindigkeit^[26] zum Zentrum hin zunimmt, muss da etwas sein, was die Sterne^[25] beschleunigt.

Die gemessenen Geschwindigkeiten^[26] waren nun allerdings derart flott, das man ausrechnen konnte, das im Kern, in einem Gebiet etwa so groß wie das Sonnensystem, $10^{8[12]}$ Sonnenmassen^[10] drin stecken müssen.

So´was kann man nur mit einem Schwarzen Loch^[9] machen. Da können nicht 10^8 Sterne drin sein, die hätten den Platz gar nicht.

Und was man außerdem gefunden hat, und das ist nun sehr interessant, sind Stellare^[25] Populationen^[28]. Also Stellare Bevölkerungen, wenn man das so sagen will.

Alle Sterne^[25] sind nun in

Klassen^[30] aufgeteilt. Die Leuchten nicht über das ganze Spektrum^[31], sondern sind in ganz bestimmten Leuchtklassen^[30] aufgeteilt.

Da gibt es zB die Klasse, das sind „Rote K-Sterne“, ja, die nennt man so. Das sind eigentlich alte Sterne.

Aber mal kurz nebenbei. Für die Spektralklassen gibt es Buchstaben – Abkürzungen. Die Spektralklassen mit ihren sieben Grundtypen (O, B, A, F, G, K, M) machen rund 99 % aller Sterne aus

Um sich nun diese Buchstaben-Reihe besser merken zu können, gibt es Merksätze. Zum Beispiel:

Den hier fand ich sehr schön.

*„Opa Bastelt Am Freitag
Gerne Kleine Männchen“*

Es gibt auch welche auf englisch.

*„Oh Be A Fine Girl Kiss My
Lips Tonight“*

Aber der Hammer ist wohl...

*„Ohne Bier aus'm Fass gibt's
Koa Mass“*

Nur das man´s mal gehört hat.

Nun, also rote Sterne, das heißt, die sind nicht so heiß, die hat man das erste mal dort gesehen. In einem Abstand von ein paar Lichtjahren, sah

man, das in einer Scheibe rote Alte Sterne drin sind.

Keine Gas^[13] Scheibe, wie erwartet um das Schwarze Loch^[9], sondern eine Sternscheibe. Eine Scheibe aus in zwischen formiertem Material, welches sich selbst entzündet hat.

Man analysierte das Spektrum^[31] dieser Sterne^[25] und fand heraus, das es zu K-Sternen^[30] gehört. Es sind demnach alte Sterne^[25].

Wobei, das kann man noch einigermassen verstehen. Das da eine Population^[28] metallreicher Sterne^[25] ist. Das ist jetzt noch nicht so DIE Überraschung.

Denn... Metallreichtum^[32] und Alter bei Sternen, das wissen natürlich inzwischen alle, das hängt ja immer zusammen.

Im Zentrum einer Galaxie^[8], wo das Gravitationspotential^{[22][23]} am stärksten und am tiefsten ist, werden am frühesten und am häufigsten Sterne^[25] erzeugt.

Und diese frühen Sterne^[25] machen ja Wasserstoff^{[33][34]} Fusion^[35], zu Helium^{[36][37]}, zu Kohlenstoff^{[38][39]}, Sauerstoff^[40]^[41] und so weiter, und so weiter...

Also diese frühen Sterne^{[25][32]} sind ja die ersten, die schwerere Elemente^[42] als Helium^[36] erzeugen.

Und da sollte man sich nicht wundern, das im Zentrum... Ja? Wir sind direkt drin im Zentrum.... Das sich da alte Sterne formierten und alte Sterne heißt, metallreiche Sterne. Für einen Physiker ist ja alles jenseits von Helium ein Metall. Klinkt komisch, ist aber so. also auch Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff... Alles Metalle. Für den Astrophysiker.

Aber alles in einer Scheibe?

Das war jetzt neu. Das die sich drumherum bewegen, wie Pinguine. Immer im Kreis....

Anders kann man sich das wohl kaum vorstellen, das sich einige zig-Tausend alte Rote^[32]

Sterne^[25] mit Geschwindigkeiten um die 280 Km/sec um das Zentrum von Andromeda herum^[1] bewegen.

Also das kann man noch einigermassen verstehen. Da war früher mal viel Gas, dann haben sich die Sterne gebildet. In der Mitte ist etwas sehr schweres, das sorgt für die Drehung um den Kern. Soweit so gut.

Aber....

Die neuesten Beobachtungen sagen etwas ganz anderes. Tja, und jetzt kommt's...

Also die neuesten Beobachtungen vom Zentrum, ungefähr einem Lichtjahr im

Durchmesser, sagen nun nicht nur, das da kein Gas mehr ist, sonder, was hat man gefunden?

Blaue Sterne!

Blaue Sterne sind heiße Sterne. Das können zB A-Riesen^{[25][30][43]} sein, oder A-Zwerges^{[25][30][44]}, da ist man sich noch nicht so sicher. Aber es sind mit Sicherheit keine alten Sterne^[25].

Während man nun eine Scheibe fand, die aus roten^[32] Sternen^[25] bestand, hat man nun innerhalb dieses Zentrums eine Scheibe, leicht geneigt, wie sich herausstellte, gefunden, mit Blauen^[32] Sternen^[25].

Blaue Sterne sind aber viel heißer. Deren Lebensdauer ist gar nicht so groß.

Die müssen so´was bei 200 Millionen^[30] Jahre alt sein. Älter können die nicht sein, während die K-Sterne^[30] können viel viel älter sein. Ein paar Milliarden Jahre.

Wenn man bedenkt, das Andromeda^[1] vielleicht 9- vielleicht sogar 11 Milliarden Jahre alt ist, dann sind diese blauen Sterne^[25] jung. Das sind ganz junge Sterne^[25] im Zentrum von Andromeda^[1].

Nun muss man sich vorstellen, das quasi „kürzlich“, also vor 200 Millionen Jahren, jede Menge Gas^[13] im Zentrum

aufgetaucht sein muss, was diese Sterne^[25] kreiert hat.

Man kann nun ausrechnen, wie viel Masse^[45] die Scheibe aus frischem Gas^[13] haben darf, damit die nicht gleich kollabiert, also zusammen fällt und ins Zentrum stürzt.

Es dürfen, so die Berechnungen nicht mehr als 5.200 Sonnenmassen sein.

Wenn das A-Sterne^[30] sind, bedeutet das, es sind so ein paar Tausend Sterne.

Und das ist jetzt wirklich erstaunlich. Die bewegen sich mit 1.000 Km/sec um den Kern!

Also die 280Km/sec ließ die Formel 1 schon mal recht alt aussehen, aber **1.000?**.. boah...

Das hat hier mal der Sonnenwind^[47], in seinen Spitzenwerten, das ist aber ein Plasma^[48].

Aber richtige massereiche schwere Sterne^[25] mit 1.000 Km/sec? Das muss da aber richtig zur Sache gehen.

Aber 1.000 Km/sec müssen die Sterne^[25] haben, um soviel Zentrifugalkraft^[49] aufbringen zu können, damit die nicht ins Schwarze Loch^[9] im Zentrum reinfallen. Das ist die sogenannte Kepler^[50]-Geschwindigkeit^{[51][52]}.

Nach Johannes Kepler^[50], der

zum allerersten mal das Gravitationalpotential^{[22][53]} einer Punktmasse^[45] ausgerechnet hat.

Und nun kommen wir natürlich zu der alles entscheidenden Frage: Wie kommen die heißen, jungen, blauen Sterne^[25] da eigentlich hin?

Nun geht die Theorie^[54] zunächst einmal dahin, das man sagt: Von Außen ist Gas^[13] eingeströmt, in der Mitte ist ja dieses Supermassive Schwarze Loch^[9], und hat sich in der Äquatorialebene^[55] der Galaxis^[8] ausgeformt.

Nun kommt aber noch etwas ganz irres....

Nun muss man sich ja mal Fragen: Was ist eigentlich mit der Schwerkraft^[22] der Gasscheibe^[11]?

Da haben wir noch gar nicht drüber gesprochen.

Normalerweise sagt man, das Schwarze Loch^[9] ist so schwer, das dominiert die Schwerkraft^[22] im gesamten Bereich.

Das Gas^[13] ist quasi nur ein Test-Teilchen, das kann sich gar nicht wehren.

Aber wenn die Gasscheibe^[11] schwer ist, und von Außen immer mehr Material^[56] zuströmt, und sie immer schwerer wird, kann sie unter ihrem

eigenen Gewicht^[57] zusammenfallen.

Ha!! Und da wollen wir hin. Das heißt...

Wenn eine Gasscheibe^[11] anfängt zu Klumpen. Wenn sie kalt genug ist, damit die Schwerkraft^[22] die Oberhand gewinnt, bilden sich Klumpen überall und ziehen ihrerseits weiteres Material^[56] an.

Und diese Klumpenbildung innerhalb der Gasscheibe^[11] hängt nun damit zusammen, dass die Scheibe^[11] kalt war. Hatte ich ja eben schon mal in einem Nebensatz gesagt. Das ist wichtig, das sie kalt ist. Sonst klumpt sie nicht.

Nun sind innerhalb der Gasscheibe^[11] erste Sterne^[25] entstanden. Und was machen die Sterne?

Ja nicht nur Leuchten, iss klar, nein das Material^[56] wird aufgeheizt.

Aus dieser instabilen, kalten Gasscheibe^[11], die zur Verklumpung geführt hat, wird nun eine heiße Sternscheibe.

Die Sterne^[25] heizen das Gas^[13] weiter auf, es kommt nicht mehr zur weiteren Klumpenbildung, die vorhandenen Sterne^[25] saugen das noch vorhandene Gas^[13] auf, und so bilden sich die Sterne^[25] aus, die nun auf der Äquatorialebene^[55] der Galaxis^[8] um den

Mittelpunkt herum laufen, mit der Geschwindigkeit^[26], die ihnen das Schwarze Loch^[9] vorgibt, plus dem Gravitationspotential^{[22][23]} was ursprünglich mit der Schwerkraft^[22] der Gasscheibe^[11] zu tun hatte.

Hey! Das ist doch nicht schlecht!

Man hat einen Regulierungsmechanismus, man versteht,

wie sich diese Dinge entwickelt haben.

Von Außen kamen kalte Molekülwolken^[58] rein, verklumpen, es kommt zur Gravitationsinstabilität^{[22][59]}, es bilden sich Sterne^[25], die kreisen um das Schwarze Loch^[9] herum, die Sterne^[25] können auf Grund ihrer lokalen Gravitation^[22] das noch übrig gebliebene Gas^[13] einsammeln und was

übrig bleibt sind nur die Sterne^[25] die um das Zentrum von M31^[1], von Andromeda^[1] herum laufen. Mit Geschwindigkeiten von 1.000 Km/sec.

Das ist nun etwas Neues. Während man bisher dachte, im Zentrum einer Galaxie^[8] wäre nicht mehr viel übrig und das bisschen fiele von Zeit zu Zeit ins Schwarze Loch^[9] hinein, haben wir es hier mit et-

was völlig anderem zu tun, nämlich einer Strukturbildungsmaßnahme. Und diese Strukturbildungsmaßnahme führt quasi zu einer stellaren Überfüllung.

Aber wie sagte Frank Sinatra: *Was man in der U-Bahn Überfüllung nennt, ist in einem Nachtclub, angenehme Intimität.*

Quellennachweis

- [1] Andromeda Galaxie
<http://de.wikipedia.org/wiki/Andromedagalaxie>
- [2] Astrophysik
<http://de.wikipedia.org/wiki/Astrophysik>
- [3] Kosmologie
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kosmologie>
- [4] Universum
<http://de.wikipedia.org/wiki/Universum>
- [5] Big Bang / Urknall
<http://de.wikipedia.org/wiki/Urknall>
- [6] Innenarchitektur
<http://de.wikipedia.org/wiki/Innenarchitektur>
- [7] Kosmos / Universum
<http://de.wikipedia.org/wiki/Universum>
- [8] Galaxie <http://de.wikipedia.org/wiki/Galaxie>
- [9] Schwarzes Loch
http://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzes_Loch
- [10] Sonnenmasse
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenmasse>
- [11] Gasscheibe
<http://de.wikipedia.org/wiki/Spiralgalaxie#Gasscheibe>
- [12] Aufbau des Kerns von Andromeda
<http://de.wikipedia.org/wiki/Andromedagalaxie#Aufbau>
- [13] Interstellares Gas / Interstellare Materie
http://de.wikipedia.org/wiki/Interstellares_Gas
- [14] Milchstraße
<http://de.wikipedia.org/wiki/Milchstra%C3%9Fe>
- [15] Spiralgalaxie
<http://de.wikipedia.org/wiki/Spiralgalaxie>
- [16] Lichtjahr
<http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtjahr>
- [17] Intergalaktischer Raum
http://de.wikipedia.org/wiki/Intergalaktischer_Raum
- [18] M32 http://de.wikipedia.org/wiki/Messier_32
- [19] M110
http://de.wikipedia.org/wiki/Messier_110
- [20] Sonnenleuchtkraft
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenleuchtkraft#Leistung>
- [21] Sonnensystem
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnensystem>
- [22] Gravitation
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gravitation>
- [23] Potential / Kraft
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kraft>
- [24] Messung
<http://de.wikipedia.org/wiki/Messung>
- [25] Stern <http://de.wikipedia.org/wiki/Stern>
- [26] Geschwindigkeit
<http://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeit>
- [27] Astrophysiker
<http://de.wikipedia.org/wiki/Astrophysiker>
- [28] Population
http://de.wikipedia.org/wiki/Population_Astronomie
- [30] Leuchtklassen / Hauptreihe
<http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptreihe>
- [31] Spektrum
http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisches_Spektrum
- [32] Brennphasen eines Sterns
http://de.wikipedia.org/wiki/Stern#Letzte_Brennphasen
- [33] Wasserstoff
<http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff>
- [34] Wasserstoffbrennen
<http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffbrennen>
- [35] Fusion <http://de.wikipedia.org/wiki/Fusion>
- [36] Helium <http://de.wikipedia.org/wiki/Helium>
- [37] Heliumbrennen
<http://de.wikipedia.org/wiki/Heliumbrennen>
- [38] Kohlenstoff

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoff>
[39] Kohlenstoffbrennen
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoffbrennen>
[40] Sauerstoff
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstoff>
[41] Sauerstoffbrennen
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstoffbrennen>
[42] Chemisches Element
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Chemisches Element](http://de.wikipedia.org/wiki/Chemisches_Element)
[43] Roter Riese
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Roter Riese](http://de.wikipedia.org/wiki/Roter_Riese)
[44] Zwergstern
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Zwergstern>
[45] Masse [http://de.wikipedia.org/wiki/Masse %28Physik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Masse_%28Physik%29)
- [47] Sonnenwind
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenwind>
[48] Plasma [http://de.wikipedia.org/wiki/Plasma %28Physik%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Plasma_%28Physik%29)
- [49] Zentrifugalkraft
<http://de.wikipedia.org/wiki/Zentrifugalkraft>
- [50] Johannes Kepler
[http://de.wikipedia.org/wiki/Johannes Kepler](http://de.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler)
- [51] Kepler-Geschwindigkeit
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kepler-Gleichung>
- [52] Keplersche Gesetze
[http://de.wikipedia.org/wiki/Keplersche Gesetze](http://de.wikipedia.org/wiki/Keplersche_Gesetze)
- [53] Potential
<http://de.wikipedia.org/wiki/Potential>
- [54] Theorie [http://de.wikipedia.org/wiki/Theorie v=uPfAhnRMVL4](http://de.wikipedia.org/wiki/Theorie_v=uPfAhnRMVL4)
- [55] Äquatorialebene <http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84quatorialebene>
- [56] Material / Materie
[http://de.wikipedia.org/wiki/Materie %28Physik %29](http://de.wikipedia.org/wiki/Materie_%28Physik%29)
- [57] Gewicht / Masse (Physik)
[http://de.wikipedia.org/wiki/Masse %28Physik %29](http://de.wikipedia.org/wiki/Masse_%28Physik%29)
- [58] Molekülwolken
[http://de.wikipedia.org/wiki/Molek %C3%BClwolke](http://de.wikipedia.org/wiki/Molek%C3%BClwolke)
- [59] Instabilität
[http://de.wikipedia.org/wiki/Instabilit %C3%A4t](http://de.wikipedia.org/wiki/Instabilit%C3%A4t)
- [60] Was ist im Zentrum von Andromeda?
<http://www.youtube.com/watch?v=uPfAhnRMVL4>