

## Astronomie für Eilige Blickrichtung Kosmischer Horizont

### Die (Extragalaktischen) Nebel -

hatte schon E. Kant als ferne Milchstraßen vermutet, aber erst seit den 1930er Jahren (nach E. Hubbles Beweis) war geklärt, dass es somit sicht- und unsichtbare "Teile des Universums" geben muss. Für das "Sehen" erfand man immer empfindlichere Kameras an immer größeren Teleskopen. Heute werden die "pretty pictures" mit den "kleinen" Amateur-Teleskopen gemacht, die bis zu 12 Std. ein Objekt belichten. Mit Computerticks der Bildbearbeitung wird alles sichtbar, was das Auge sehen könnte, wären wir nah dran. Die Riesenteleskope der Profi-Astronomen sind nur noch selten für die "Schönheit" des Alls zuständig, die kostbaren Meßzeiten werden für die Forschung benötigt. Wir Schulastronomen mischen irgendwie mit: Uns fehlt die Zeit für stundenlange Belichtungen und "Forschung" können wir nur simulieren => *we do it mostly in the dark*



Die **Andromeda-Galaxie** ist unsere Nachbar-"Milchstraße" im Sternbild **Andromeda**. In einer klaren Winternacht kann man ihren Kern (3.5mag hell) als kleines Nebelfleckchen mit bloßem Auge erkennen – und damit rund 2.5 Mill. Lj weit gucken!! Noch bevor unsere Sonne ihr Leben „ausgehaut“ haben wird, werden Milchstraße und Andromeda-Galaxie einen „Galaxien-crash“ veranstalten und zu einer Riesengalaxie verschmelzen.

**Edwin Hubble** konnte 1923 an Sternen der Andromeda-Galaxie beweisen, dass sie zu weit entfernt waren, um als Mitglieder der Milchstraße zu gelten. Also musste alles was aussah wie ein Nebelfleck und nicht in Einzelsterne aufgelöst werden konnte, noch viel weiter entfernt sein. Und je größer die Teleskope wurden, umso mehr von diesen Flecken wurden gefunden. 1995 war es dann soweit: das Teleskop mit dem Namen des Begründers der modernen Kosmologie fotografiert aus ~400km Höhe ca. 11 Std. lang einen Fleck ohne Sterne! - und siehe da: es erscheinen rund 3000 Gebilde, meist extrem weit entfernte Galaxien. Seitdem sieht man das All sprichwörtlich mit anderen Augen. Was wir Weltraum nennen, ist zurück gerechnet vor ~13.8 Mrd. Jahren entstanden, hat „heute“ einen Durchmesser von ~90 Milliarden Lichtjahren, und beobachtbar ist theoretisch alles was sich mit weniger als Lichtgeschwindigkeit von uns fortbewegt. Wir sind aber nicht der Nabel der Welt, es scheint nur so! Und Teleskope für das „Ende der Welt“ sind noch in Bau. Ein Schulteleskop schafft davon die leuchtkräftigsten Objekte in ~2 Mrd.LJ – immerhin. Das sind zwar nur Punkte – die **Quasare**, die man auch noch mühevoll von Sternen im Vordergrund in einem intellektuellen Kraftakt trennen müsste. Daher nichts für Eilige. Die folgenden kommentierten Bilder von Galaxien unterscheiden sich von den Profi-Aufnahmen der Objekte. Mit den modernen Kameras kann die Langzeit-Belichtung über 30 Std. am Teleskop und 10 Std. am Computer in ein Objekt investiert werden. Aber in den schulfreien Nächten muss es schneller gehen – und das Wichtigste ist auch zu sehen:



M.Weigand/Taurus(500mMSL) - 4,25Std - SBIG1100 - 150/1000mm  
Dt. Top-Astro-Fotograf; perfekte Aufnahme, perfekte Sterngrößen und -farben;  
helle Sterne (normal) überbelichtet!

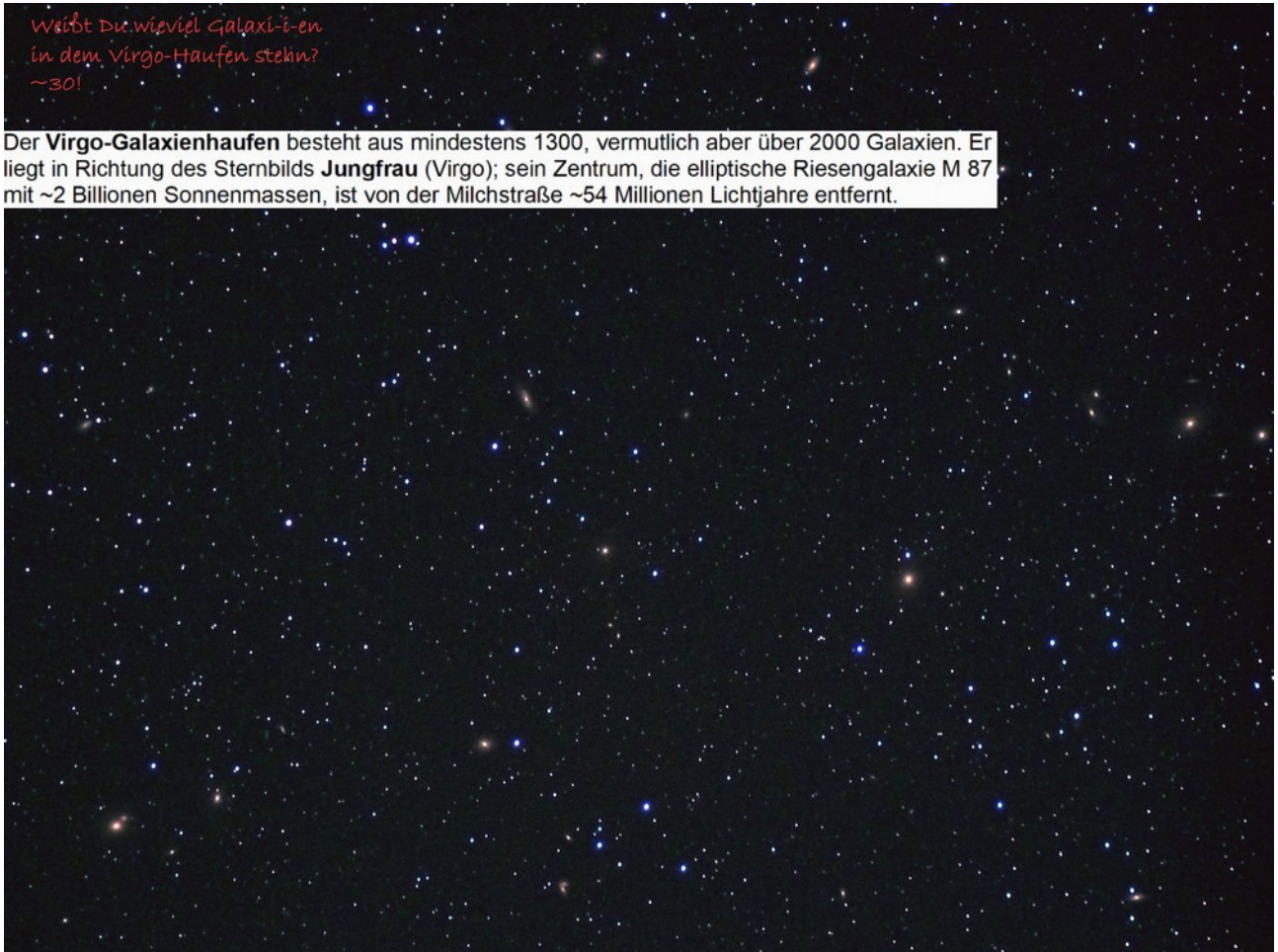


m.f.-aeg-astro/HS (60mMSL) - 4Min!! - ASI533MC - 300/1200mm  
alle Strukturen noch zu schwach, aber perfekt in Schärfe. Helle Sterne zu scharf,  
schwache Sterne zu blau??; für schwächste Sterne fehlen ~10 weitere Min.

Die „Feuerrad“-Galaxie M101 hat fast Vollmondgröße, ist aber ~22Mill.Lj entfernt und muss daher doppelt so groß wie die Milchstraße sein. Die ausgeprägten Spiralarme machen sie zu einem Musterbeispiel ihres Typs. Über dem Handgriff des Großen Wagens findet man sie bereits mit einem Teleobjektiv. Der andere Typ der Galaxien sieht aus wie eine unscharfe Kartoffel, Zigarre oder Sternscheibe. Es sind Elliptische Galaxien – von kugelrund bis langgestreckt – meist Ergebnisse von Vermengungen (mehrerer) früher Spiralgalaxien, daher eher mit alten Sternen überhäuft. Das Alter des Universums macht's möglich, denn früher war ja alles enger zusammen. Hier die schönste und dichteste Ansammlung:

Weißt Du, wieviel Galaxi-ien  
in dem Virgo-Haufen stehen?  
~30!

Der **Virgo-Galaxienhaufen** besteht aus mindestens 1300, vermutlich aber über 2000 Galaxien. Er liegt in Richtung des Sternbilds **Jungfrau** (Virgo); sein Zentrum, die elliptische Riesengalaxie M 87 mit ~2 Billionen Sonnenmassen, ist von der Milchstraße ~54 Millionen Lichtjahre entfernt.



Auch für Astronomen gilt: Mustererkennung macht glücklich! Bei entsprechender Vergrößerung grinst das „Virgo-Face“ aus dem Okular; im großen Bild klein am rechten Rand. Das Zentrum mit der Galaxie M 87 hat 2019/20 Weltruhm mit dem Foto des zentralen Schwarzen Lochs erlangt; für uns ist wenigstens der Jet machbar:



In der Nähe des Großen Wagens ist der naheste der Verschmelzungsvorgänge zu sehen:



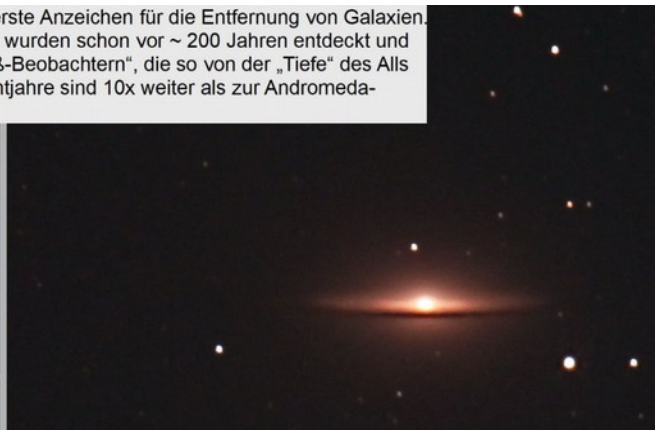
Die „Wirlpool“-Galaxie M 51 in 21 Mill.Lj Entfernung, war von einer vorbeifliegenden Zwerggalaxie so angetan, dass deren Fluchttempo nicht ausreicht, um der größeren zu entkommen. Merging heißt der engl. Ausdruck für Fressen und Gefressen werden im Kosmos.

Besonders beliebt wie schon bei den Planetarischen Nebeln sind die sprachlichen Bezüge zum Alltäglichen. Die Namen der Objekte sind zum Teil aus der Traditionskiste, aber auch die modernen Astronomen und erst recht die Presse lieben diese Vergleiche:

M 82 ist eine besondere Galaxie, die vor (errechneten) 500 Mill. Jahren bei einem nahen Vorbeiflug an einer großen Nachbargalaxie gravitativ „durchgeschüttelt“ worden ist. Die Sternentstehungsrate ist dadurch so stark, dass sie im Astronomenjargon „smoking cigar“ genannt wird. Zu finden ist sie zwischen „Großem Wagen“ und Polarstern, allerdings in 12 Mill. Lichtjahren.



Winkelausdehnung und Leuchtkraft(dichte) sind erste Anzeichen für die Entfernung von Galaxien. Die „Black eye“ - und die „Sombrero“ - Galaxie wurden schon vor ~ 200 Jahren entdeckt und erfreuen sich großer Beliebtheit unter den „Genuß-Beobachtern“, die so von der „Tiefe“ des Alls einen bleibenden Eindruck erhalten: ~30 Mill. Lichtjahre sind 10x weiter als zur Andromeda-Galaxie! - Blickrichtung Sternbild **Virgo**.



Alle Spiral-Galaxien sind, ebenso wie unsere Milchstraße, eigentlich recht dünne Scheiben von Sternen und Gas-Staub mit einer Verdichtung im Zentrum. Warum das so sein muss, können die Astronomen mittels einiger Gesetze beweisen; die Rotationsgeschwindigkeiten sind vergleichsweise einfach zu messen, ebenso wie die daraus resultierende Masse. Leider fehlt bei der sichtbaren Masse immer eine ganze Menge, was die Kosmologen in die Verzweiflung treibt; was fehlt, ist zur Zeit noch „dunkel“ - nämlich Masse und Energie. Tröstlich ist und bleibt der Anblick und das gefestigte Wissen; z.B. dass unsere Sonne seit ihrer Entstehung ungefähr 20mal das galaktische Zentrum umrundet hat. Hier noch die große Galaxie NGC4564 in „Kantenstellung“, genannt „Die Nadel“; die Länge am Himmel hat Vollmonddurchmesser, die Leuchtkraft liegt knapp unter der schwächsten Sterngröße für das bloße Auge:



Wie oben schon beschrieben, muss es in der Schulastronomie schnell gehen. Die max. Belichtungszeit der Aufnahmen ist bisher ~8 Minuten, meist nur behindert durch Wetter und viel Atmosphäre in der Nordheide. Mit der neuesten Kamerageneration kann man in der nächsten Nacht weiter fotografieren und neue Bilder in alte im Computer einarbeiten, was Kontrast und Deutlichkeit verbessert. Etwas für das 30. Jubiläum der Astro-AG. Zum Finale die Kosmologie in Kurzform:

Einstein 1916:	ART ==> Huch, das Universum ist NICHT statisch? Nicht mit mir! ==> $\lambda$ Konstante
Eddington 1919:	Einstein ist der Größte: Die Sonne krümmt den Raum! Entdeckung der Verschiebung der Sofi-Sterne
====>	ART für Dummies:
<b>Die Masse sagt dem Raum, wie er sich krümmen soll und der Raum sagt der Masse, wie sie sich bewegen soll.</b>	
Hubble 1923:	Huch, das Universum dehnt sich aus! Alles flieht vom Beobachter! (wenigstens Andromeda M31 kommt auf uns zu)
Einstein 1923:	Ok! Dann ohne meine Konstante ("größte Eselei"!)
Nobelpreis 2011:	Die Ausdehnung beschleunigt sich!
Nobelpreis 2017:	Wie Einstein schon sagte: Treffen sich große Massen, wackelt die Welt!
Nobelpreis 2020:	Schwarze Löcher sind real und keine Rechentricks

Für die Langform bitte über die Astro-Box der ZuWe melden. Mit Dank für das Interesse-Ihr/Euer Martin Falk