

Ausstellung zum 10jährigen Bestehen der Sternwarte des NVO auf dem Oldendorfer Berg

Die sechs Tafeln der Ausstellung

Die kleine Ausstellung umfasst sechs Tafeln mit den Themen

Sternwarte
15 Jahre Planetarium
Komet Hale-Bopp
Sonnensystem – Milchstraße
Scheibengalaxien
Wechselwirkende Galaxien

Autoren der Aufnahmen sind Dr. Andreas Hänel, Erwin Heiser und Lothar Tryta.

Die ersten vier Tafeln sind weitgehend selbsterklärend, die beiden Tafeln mit den Galaxien jedoch nicht. Eine Galaxie ist weit mehr als eine Art Feuerrad aus gemeinsam rotierenden Sternen. Der nachfolgende Text versucht, einige grundlegende Eigenschaften dieser im Mittelpunkt der astronomischen Forschung stehenden Sternsysteme allgemeinverständlich darzustellen

Dieser Text kann auf unserer Webseite unter www.astro-os.de aufgerufen werden.

Die vielen Gesichter der Scheibengalaxien

Die Technik der Aufnahmen

Alle Galaxienaufnahmen wurden mit dem 60cm-Spiegelteleskop gemacht. Dazu wurde seine normale Brennweite von 7.50 m mit einer Hilfslinse (Shapleylinse) auf 4.50 m verkürzt. Aufnahmegerät war eine CCD-Kamera mit 511x512 Pixeln (Ap7 der Firma Apogee). Die Einzelaufnahmen haben in der Regel eine Belichtungszeit von 4 Minuten. In den meisten Fällen wurden 3 Aufnahmen zu einer Gesamtbelichtung von 12 Minuten summiert. Um beispielsweise die schwache Verbindung zwischen den beiden Galaxien NGC 5216/18 deutlich sichtbar zu machen, wurden 9 Aufnahmen zu einer Gesamtbelichtung von 36 Minuten kombiniert. Die Einzelaufnahmen liegen oft Jahre auseinander. Für die Dauer der Belichtung musste ein oft kaum sichtbarer Leitstern auf einem beleuchteten Fadenkreuz gehalten werden. In 4 Minuten mussten die Korrekturknöpfe der Teleskopsteuerung ungefähr 70 mal gedrückt werden. Einmal bin ich aus Versehen von der Leiter am Fernrohr gefallen.

Astronomisch gesehen, handelt es sich überwiegend um nahe und große Galaxien mit Entfernungen unter 50 Millionen Lichtjahren. Nach irdischen Maßstäben sind das allerdings unvorstellbar große Entfernungen.

Was ist eine Galaxie?

Eine Galaxie ist ein Milchstraßensystem von der Art unserer eigenen Milchstraße. Von unserer Milchstraße sehen wir zunächst die Sterne am Nachthimmel und die Sonne als nächsten Stern am Tage. Mit bloßen Augen sehen wir am ganzen Himmel etwa 6000 Sterne. Das ist nur ein kleiner Bruchteil der 100 bis 200 Milliarden Sterne (Sonne) unserer Milchstraße. So besteht das schwach schimmernde Band, die Milchstraße, die unserer Galaxie den Namen gegeben hat, aus den Sternen, die zu schwach sind, um einzeln wahrgenommen zu werden, aber in ihrer Gesamtheit doch hell genug, um das leuchtende Band am Himmel zu erzeugen.

Durchmustert man den Himmel mit einem Fernrohr, fällt schnell auf, dass außer den Sternen noch leuchtende Gaswolken zu sehen sind. Ein bekanntes Beispiel ist der große

Nebel im Sternbild Orion. Dieses Gas, hauptsächlich Wasserstoff, wird von heißen Sternen zum Leuchten gebracht und ist viel dünner als Luft. Es gibt jedoch auch kaltes nichtleuchtendes Gas.

Zahlreiche dunkle Flecken und Bänder in der Milchstraße deuten auf die Existenz von sehr feinem Staub zwischen den Sternen hin. In großen Mengen kann der Staub das Licht der dahinter liegenden Sterne abschwächen oder ganz verdunkeln.

“Milchstraße“ bedeutet also einmal das mattschimmernde Band am nächtlichen Himmel und zum andern das gesamte System aus Sternen, Planeten, Gas, Staub, Sternhaufen usw., eben unsere Heimatgalaxie.

Da wir Menschen uns mit Erde und Sonne irgendwo zwischen Mitte und Rand dieser Galaxie befinden, ist es schwer uns eine Vorstellung von ihrer Gesamterscheinung zu machen. Trotzdem ist es den Astronomen gelungen, aus vielen Einzelbeobachtungen die Milchstraße wie ein Puzzle zusammenzusetzen. Es ist eine etwa 100 000 Lichtjahre große, rotierende, diskusförmige Scheibe aus weit über 100 Milliarden Sternen (90%), Gas (10%) und Staub (0.1%), die sich wie ein Feuerrad in 200 Millionen Jahren einmal herumdreht. Sie ist älter als 10 Milliarden Jahre.

Viele der abgebildeten Galaxien sind größer als unsere Milchstraße. Das ist leicht dahingesagt und nicht zu begreifen. Wenn wir mit einem schnellen Auto bei 150 km/h die Strecke von nur einem Lichtjahr zurücklegen wollten, müssten wir 30 Millionen Jahre lang ohne Pause fahren. Fördert es die Anschauung, wenn man diese Zeit in 500 000 Menschenleben umrechnet?

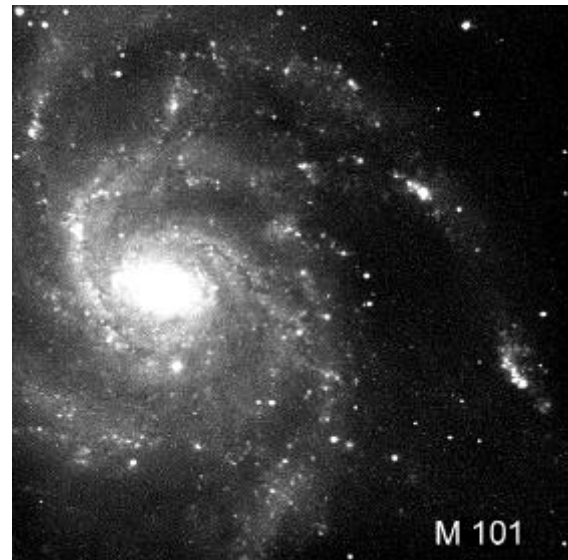
Scheibengalaxien

Galaxien kommen in den unterschiedlichsten Formen vor. Unsere Milchstraße zählt zu den Scheibengalaxien, weil sie aus der Ferne wie eine flache runde Scheibe aussieht. Alle Spiralgalaxien gehören dazu. Die Scheibe wird durch die karussellartige Rotation aller Sterne erzeugt, vergleichbar mit den Saturnringen. Ein ganz anderer Typ sind die Elliptischen Galaxien, die wie runde oder schwach abgeflachte Bälle aussehen. Beispiele dafür sind die beiden großen Galaxien NGC 4874 und

NGC 4889 auf der Tafel der wechselwirkenden Galaxien. Auch die Irregulären Galaxien, oft sehr chaotisch aussehende Gebilde, sind keine Scheibengalaxien.

Das Rätsel der Spiralarme

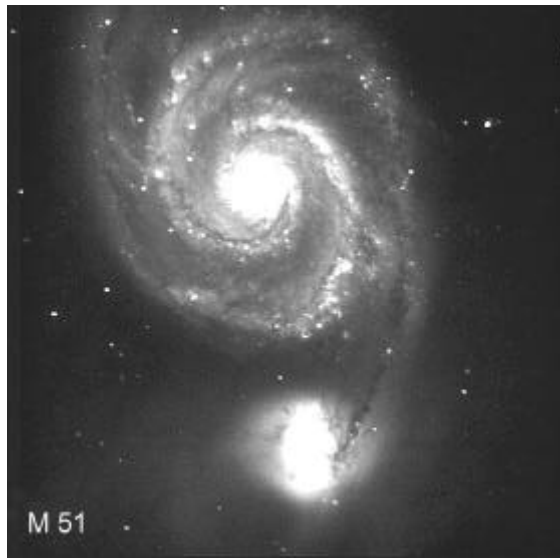
Viele Galaxien auf den Tafeln sind Spiralgalaxien, auch Spiralnebel genannt. Prominente Beispiele sind M 51 und M101. Übrigens: **M** steht für Messier-Katalog, ein von dem französischen Astronomen Messier im Jahre 1781 aufgestellter Katalog von verschiedenen hellen Himmelsobjekten. Und **NGC** steht für **N**ew **G**eneral **C**atalogue of **N**ebulae and **C**lusters of **S**tars, ein 1888 veröffentlichter Katalog mit über 8000 Sternhaufen und Nebeln.



Auch unsere Milchstraße ist mit Sicherheit eine Spiralgalaxie, allerdings ist ihre genaue Form unbekannt.

Man sollte wissen, dass Spiralgalaxien dem Betrachter etwas vortäuschen. Es entsteht der Eindruck, dass alle Sterne in Spiralfarm angeordnet sind und zwischen den Spiralarmen keine Sterne vorkommen. Dieser Eindruck ist falsch, denn die Sterne einer Spiralgalaxie sind im wesentlichen gleichmäßig über die Scheibe verteilt. Tatsächlich sind die Spiralarme nur ein Muster, vergleichbar mit Wellen auf einer Wasseroberfläche. Niemand wird behaupten, dass Wasser nur dort ist, wo die Wellenkämme sind. Das Spiralmuster einer Galaxie besteht aus nicht allzu viel heißen und hellen Sternen zwischen der überwiegenden Mehrzahl weniger heller Sterne. Das Muster rotiert starr unter Beibehaltung seiner Form. Alle Sterne –

die hellen und die weniger hellen – rotieren ebenfalls, innen schneller und außen am Rand der Galaxie langsamer, wie die Planeten im Sonnensystem. Jedoch rotieren Sterne und Spiralmuster unabhängig voneinander und mit verschiedenen Geschwindigkeiten. Wie passt das zusammen und wer erzeugt das Muster?



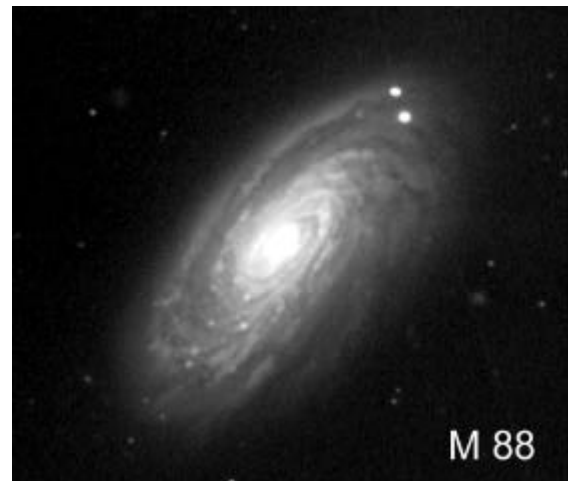
In einer Galaxie, d.h. einer flachen Scheibe aus vielen Milliarden Sternen, spürt jeder Stern die Anziehungskraft aller anderen Sterne. Wenn an einer Stelle eine Störung auftritt, dann pflanzt sich die Störung unter den Sternen, verstärkt oder abgeschwächt, durch die ganze Galaxie fort. Man kann die Galaxie mit einem Gong vergleichen. Wenn er an einer Stelle angeschlagen wird, schwingt die ganze Scheibe

Mit Computersimulationen, die jenseits jeglicher menschlicher Intuition liegen, lässt sich berechnen, dass die Störungen eine Spiralform annehmen und dass am Ort der Störung Gas und Staub verdichtet werden. Aus diesen Verdichtungen entstehen neue Sterne, darunter auch einige besonders massive, die den Ort ihrer Entstehung durch große Helligkeit markieren. Diese Sterne leuchten nur für eine (astronomisch) kurze Zeit. Die Störung wandert weiter, neue Sterne entstehen, leuchten und vergehen usw.

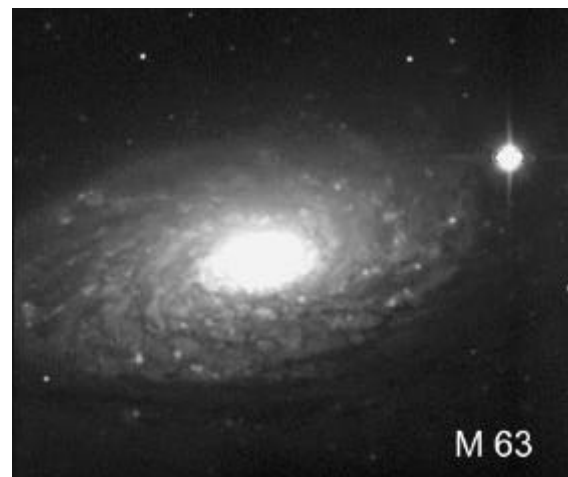
Ein alltägliches Beispiel verdeutlicht die Verhältnisse am besten: Wir wohnen in der Nähe einer Autobahn und sehen jede Nacht die kilometerlange Kette von Rücklichtern der Autos. Das entspricht den rotierenden Sterne in einer Galaxie. Nun wird eine Baustelle (die

Störung) eingerichtet, die die Autos zum Bremsen zwingt und jeden Tag ein Stück weiter wandert. Dort, wo die Baustelle ist, leuchten zusätzlich zu den Rücklichtern die helleren Bremsleuchten auf. Das sind die besonders hellen Sterne im Spiralarm. Die Stelle, wo die Bremslichter aufleuchten, wandert von Nacht zu Nacht mit der Baustelle weiter – das ist die Rotation des Spiralmusters. So wird klar, dass sich Spiralarme und Sterne unterschiedlich schnell bewegen und dass zwischen den Armen auch Sterne sind – so wie Autos vor und hinter der Baustelle.

Die Spiralgalaxien rotieren wie Feuerräder, d.h. mit der konvexen Seite der Arme voraus. Bei M 101 also entgegen dem Uhrzeiger, ebenso bei M 88 und M 109.



M 63 ist ein Beispiel dafür, wie ein Spiralmuster nicht in Form einzelner Arme auftritt, sondern als spiralförmig angeordneter Flickenteppich. Diese unregelmäßigen Spiralmuster sind in der Überzahl.

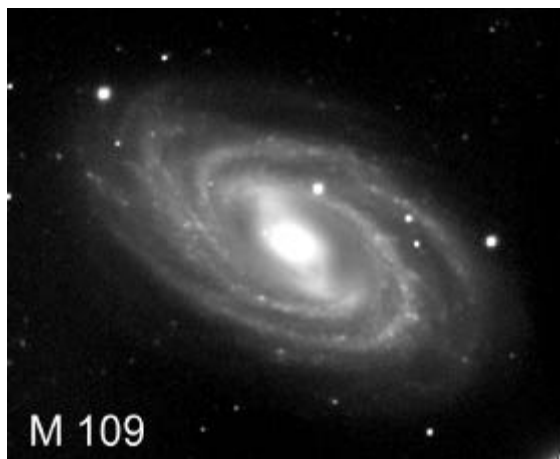


Bei M 64 mit dem ungewöhnlich breiten Staubband, ist die äußere Scheibe nahezu konturlos und es stellt sich die Frage, ob diese Galaxie ihre Spiralphase noch vor sich oder schon lange hinter sich hat. M 64 heißt weltweit Black Eye. Eine amerikanische Astronomin hat allerdings vorgeschlagen, sie Sleeping Beauty zu nennen.



Balkengalaxien

Bei M 109 ist zusätzlich zu den Spiralarmen ein weiteres Strukturelement sichtbar. Es ist der gerade Balken links oberhalb und rechts unterhalb des Kerns. Auch die Balken sind Muster wie die Spiralarme und rotieren starr. Eine Besonderheit ist, dass im Bereich eines Balkens Sterne, Gas und Staub sich von innen nach außen und von außen nach innen bewegen können. Dadurch wird das Material einer Balkengalaxie wie mit einem Mixer umgerührt. Bei reinen Spiralen geschieht das nicht und die meisten Sterne laufen auf Kreisbahnen um das Zentrum, ähnlich wie die Planeten um die Sonne. Alle Scheibengalaxien können zeitweilig einen Balken ausbilden. Das kann aus eigener Kraft geschehen oder die Folge einer nahen Begegnung sein.



Die Bewegungen der Sterne in einer Balkengalaxie sind sehr kompliziert, es sind kreisförmige, elliptische und epizyklische Bahnen. Ohne Hochleistungsrechner ist es aussichtslos, sich ein genaues Bild davon zu machen.

Einige Anzeichen sprechen dafür, dass unsere Milchstraße eine Balkengalaxie ist.

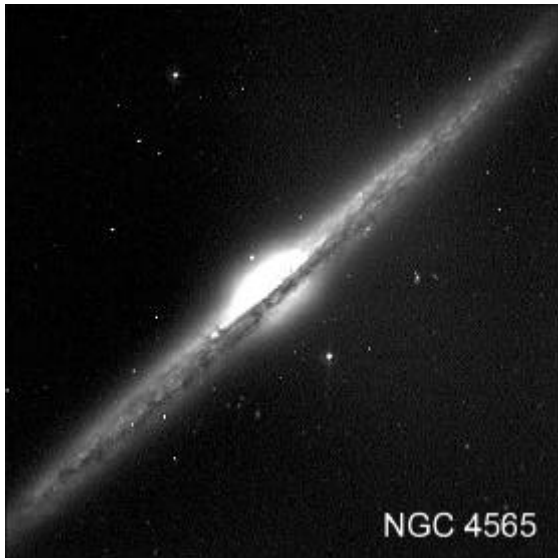
Galaxien von der Seite betrachtet

Die Orientierung der Galaxien im Weltall ist regellos. Manche sieht man von oben (M 101), andere schräg (M 88) und viele direkt von der Seite wie z.B. NGC 891, 4565, 5866, 7814 und UGC 7321. Erst der Anblick von der Seite zeigt, wie dick die Galaxien sind und ob sie in der Mitte eine Verdickung haben.

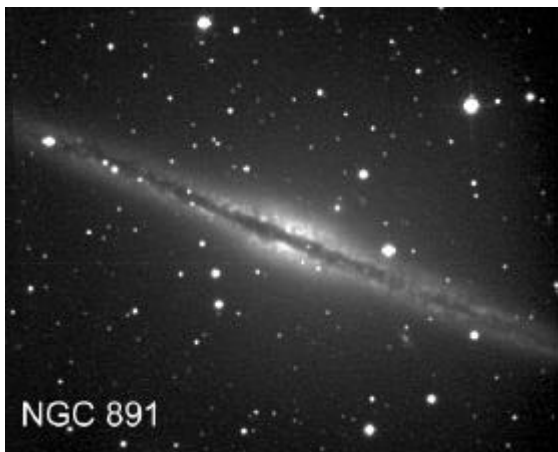
Einen sehr ausgeprägten Zentralbereich sehen wir bei M 104, wo die Scheibe beinahe nur ein kleines Anhängsel rechts und links ist.



Bei NGC 4565 ist das Zentralgebiet kleiner und die Scheibe hat eine gewaltige Ausdehnung. Diese Galaxie ist rund 50% größer als unsere Milchstraße. Bei genauem Hinsehen kann man übrigens einige sehr weit entfernte Hintergrundgalaxien erkennen und – als kleine diffuse Punkte – mehrere Kugelhaufen, die zu NGC 4565 gehören.



NGC 891 bietet einen allmählichen Übergang vom Zentrum zum Rand und NGC 5907 zeigt nur noch die schwache Andeutung eines Kerns.



UGC 7321 fällt als kernlose Scheibe ganz aus dem Rahmen. Sie zählt zu der Klasse der unterentwickelten, superdünnen Scheibengalaxien. UGC bedeutet Uppsala Galaxy Catalog.



Die bauchigen zentralen Gebiete (engl. Bulge) unterscheiden sich grundsätzlich von den Scheiben. In den Bulges haben die Sterne in

der Regel ein höheres Alter und eine urtümlichere chemische Zusammensetzung mit weniger schweren Elementen. Die Bewegung der Sterne dort ist regellos (wie in kugelförmigen Sternhaufen) und nicht rotationsdominiert wie in der Scheibe. Vereinfacht lässt sich feststellen, dass die Kernregion (Bulge) eine Art eigenständige Elliptische Galaxie darstellt.

Staub

Von der Seite betrachtet, zeigen die meisten Scheibengalaxien ein ausgeprägtes nahezu schwarzes Staubband. Das Band ist deshalb so dunkel, weil der Staub das sichtbare Licht der Sterne absorbiert und als langwelliges infrarotes Licht wieder abstrahlt. Tatsächlich ergeben Aufnahmen im langwelligen Infrarot ein leuchtend helles Staubband.

Wir sehen neben breiteren, unregelmäßig geformten Bändern (NGC 891) auch sehr dünne, wie mit einem Lineal gezogene Striche (NGC 7814). Im Fall von NGC 5866 wird das Staubband an beiden Seiten von hellen Zonen eingefasst. In der Aufsicht könnte man dort einen hellen Ring aus Sternen sehen.



Warum ist dieser Staub hauptsächlich auf die Mittelebene konzentriert? Das ist der Bereich der Spiralarme, wo sich seit längerer Zeit neue Sterne gebildet, entwickelt und durch Kernverschmelzung schwere Elemente synthetisiert haben. Wenn diese Elemente (z.B. Kohlenstoff, Sauerstoff, Silicium, Eisen) in kühlen Sternatmosphären und den Hüllen von Novae und Supernovae kondensieren und in den interstellaren Raum gelangen, wird die Existenz von Ruß, Silikaten, Eiskristallen usw. als Bestandteile des Staubes einsichtig. Die Staubkörnchen sind nicht größer als die Partikel von Zigarettenrauch, ihre Temperaturen liegen bei 20 Kelvin, d.h. minus 253 Grad Celsius. Obwohl der Staub durch seine starke Lichtabsorption sehr auffällig ist,

macht er im allgemeinen nicht mehr als 1 Promille der gesamten Sternmasse einer Galaxie aus.



Der Umstand, dass UGC 7321 kein Staubband aufweist, deutet auf ein ungewöhnlich langsames Tempo in der Sternentstehung hin. Es wäre interessant, diese Galaxie in der Aufsicht wie z.B. M 101 zu sehen.

Staub tritt auch nicht isoliert auf, sondern ist eine etwa einprozentige Beimischung des Wasserstoffgases. Staub hat zwei Aspekte: einmal ist er Zwischen- bzw. Endprodukt der Elementsynthese in Sternen, zum andern ist er Rohstoff bei der Bildung neuer Stern- generationen. In langen Zeiträumen verändert sich auf diese Weise die chemische Zusammensetzung ganzer Galaxien.

Unsichtbare und Dunkle Materie

Die ausgestellten Aufnahmen der Galaxien zeigen nur einen Bruchteil dessen, was die Gesamtheit einer Galaxie ausmacht. Woran liegt das?

[1] Die Spiralarme stellen sich als eine Art Blendwerk aus wenigen überproportional

hellen Sternen und den von ihnen zum Leuchten gebrachten Gaswolken dar. Die meisten Sterne, die das eigentliche Rückgrat einer Galaxie bilden, sind unsichtbar, weil sie zu lichtschwach oder hinter Staub verborgen sind.

[2] Unsichtbar ist auch das kalte Wasserstoffgas, das die meisten Galaxien ausfüllt und sich oft weit über ihren sichtbaren Rand hinaus erstreckt. Nur durch Radioteleskope ist dieses Gas wahrnehmbar.

[3] Unsichtbar sind ferner die in zahlreichen galaktischen Zentren liegenden Schwarzen Löcher von millionenfacher Sonnenmasse. Röntgenteleskope machen sie indirekt sichtbar.

[4] Es gibt starke Hinweise auf ein Substrat, das weder selbst leuchtet noch mit gegenwärtigen Mitteln sichtbar gemacht werden kann. Aus der Bewegung der Sterne ist zu schließen, dass die Galaxien in einen unbekanntem Stoff eingebettet sind, der 10 bis 100 mal schwerer ist als die gesamte sichtbare Masse. Niemand weiß, was das ist, bekannte Materie ist es nicht. Diese Dunkle Materie verrät sich nur durch ihre Anziehungskraft.

Wenn wir die Bilder der Galaxien betrachten und darüber nachsinnen, wie sie entstanden sein könnten und wie sie sich in Zukunft entwickeln werden, dann müssen wir stets bedenken, dass wir nur 1 bis 10% dessen sehen, was an diesen Stellen wirklich vorhanden ist. Sollte gar das Unsichtbare aus noch nicht bekannten Gründen von wesentlicher Bedeutung sein, lässt sich erahnen, dass noch viele Fragen offen sind.

Wechselwirkende Galaxien – Laboratorien im Weltall

Einzeln und mehrfach

Es ist allgemein bekannt, dass Sterne nicht nur – wie unsere Sonne – einzeln vorkommen. Doppelsterne sind sehr häufig, d.h. zwei Sterne umkreisen sich, von ihrer gegenseitigen Anziehungskraft zusammengehalten. Bereits unser Nachbar Alpha Centauri ist ein Doppelstern. Erde und Mond sind ein vergleichbares System. Andere Konzentrationen von Sternen sind

die Offenen Sternhaufen (z.B. die Plejaden) mit Hunderten Sternen und die Kugelhaufen mit Hunderttausenden von Sternen. Doppelsterne und Sternhaufen sind von Anfang an in dieser Form entstanden und haben sich nicht erst später zusammengetan.

Auch unter den Galaxien im fernen Weltall gibt es die vielfältigsten Gruppierungen,

angefangen von Paaren bis zu den großen Galaxienhaufen mit Tausenden Mitgliedern. Häufig haben große Galaxien einen Schwarm kleinerer Satellitengalaxien um sich herum. So wird unsere Milchstraße von der Großen und Kleinen Magellanschen Wolke umkreist. Einem Betrachter des Andromedanebels werden dessen zwei kleinen elliptischen Begleiter (M 32 und NGC 205) vertraut sein.

Das wohl bekannteste Paar ist die große Spirale M 51 in den Jagdhunden unter der Deichsel des Großen Wagens.

Unterschiedliche Abstände bei Sternen und Galaxien

Es ist nicht einfach, sich eine räumliche Vorstellung vom Weltall zu machen. Hilfreich kann eine Wanderung entlang des Planetenweges von Melle zu unserer Sternwarte sein, um die Abstände im Sonnensystem zu verstehen.

Bekanntlich hat die Sonne einen Durchmesser von 1,4 Millionen Kilometern, d.h. sie ist hundertmal größer als die Erde. Die nächste Nachbarsonne im Weltall, der Stern Alpha im Sternbild Centaurus, ist rund 4 Lichtjahre entfernt. Was bedeutet das? Wenn wir die Sonne gedanklich auf die Größe einer Kirsche verkleinern – und das gesamte Weltall maßstäblich ebenso – dann finden wir den nächsten Stern im Abstand von 300 Kilometern, ebenfalls von der Größe einer Kirsche (genau genommen zwei Kirschen, da es ein Doppelstern ist). Ähnlich verhält es sich mit den Abständen der übrigen Milliarden Sterne (Sonne) in unserer Milchstraße. Aus diesem Grunde werden selbst in langen Zeiten verschiedene Sterne nie zusammenstoßen.

Ganz anders verhält es sich mit den Galaxien. Die Milchstraße hat einen Durchmesser von 100 000 Lichtjahren. Die nächste Nachbargalaxie, der Andromedanebel, steht in einer Entfernung von 2,5 Millionen Lichtjahren. Wenn man die Milchstraße nur 25 mal aneinanderlegt, ist die Strecke zum Andromedanebel schon

überbrückt. Bezogen auf ihre Größe, stehen sich die Galaxien also vielfach näher als die Sterne. Die Folge ist, dass sich Galaxien oft nahe begegnen oder sogar zusammenstoßen werden.

Wechselwirkungen Erde-Mond

Von allen Himmelskörpern geht eine Anziehungskraft aus, die mit der Entfernung abnimmt. Aus diesem Grunde zieht die Erde die Äpfel auf den Bäumen 3600 mal stärker an als den Mond. Wenn man sich ein freischwebendes langes Gummiband irgendwo zwischen Erde und Mond vorstellt, ergibt sich folgendes: an dem Ende nahe der Erde zieht die Erdanziehung viel stärker als an dem fernen Ende, d.h. das Gummiband wird in die Länge gezogen.

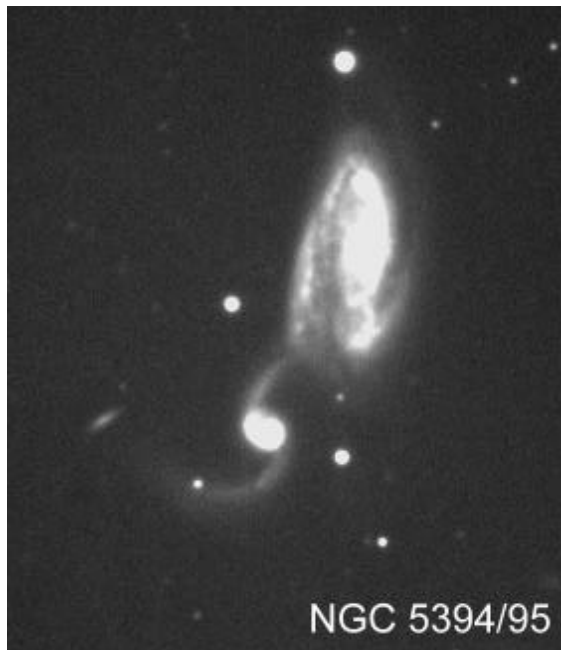
Auch die Erde wird vom Mond angezogen und – entsprechend dem Bild mit dem Gummiband – etwas in Richtung auf den Mond hin auseinander gezogen. Dabei gibt das Wasser mehr nach als die feste Erde. Die beiden Flutberge, einer in Richtung Mond und der andere entgegengesetzt, sind nichts anderes als die beiden Enden des Gummibandes. Diese Kraft, die nahe Himmelskörper deformiert oder sogar zerreißt, heißt Gezeitenkraft. Es ist jedoch keine eigenständige Kraft, sondern nur die mit der Entfernung abnehmende Gravitation.

Wechselwirkungen bei Galaxien

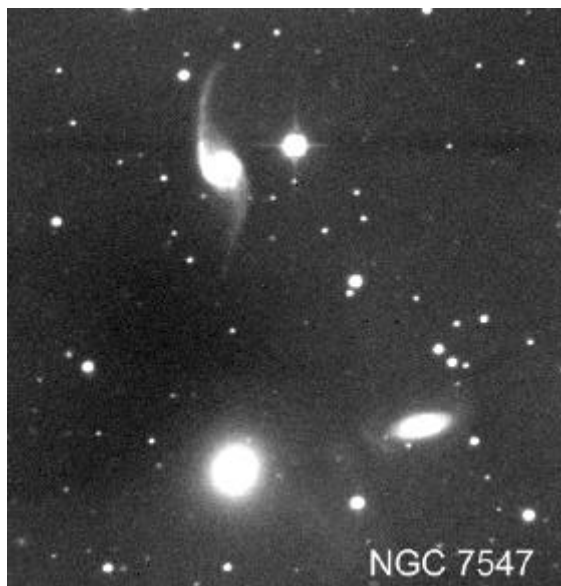
Die Gezeitenkräfte, die der Mond auf die Erde ausübt, bewirken auf den Ozeanen Flutberge von einigen Metern Höhe und Hebungen der festen Erdkruste von einigen Zentimetern.

Bei sich begegnenden Galaxien sind die Auswirkungen viel gravierender, wie sich am Beispiel des Paares NGC 5394/95 zeigen lässt. NGC 5395 ist die größere von beiden. Was bei der kleineren Galaxie wie zwei Spiralarme aussieht, sind in Wirklichkeit die vom größeren Nachbarn herausgezogenen Gezeitenarme. Sie bestehen aus Sternen und sind jeder etwa 70 000 Lichtjahre lang. Die große Galaxie

ist ebenfalls stark gestört, von einem regulären Spiralmuster kann bei ihr keine Rede sein.



Die obere Spiralgalaxie in der Gruppe NGC 7547-7553 zeigt ein ähnliches Muster wie NGC 5394.

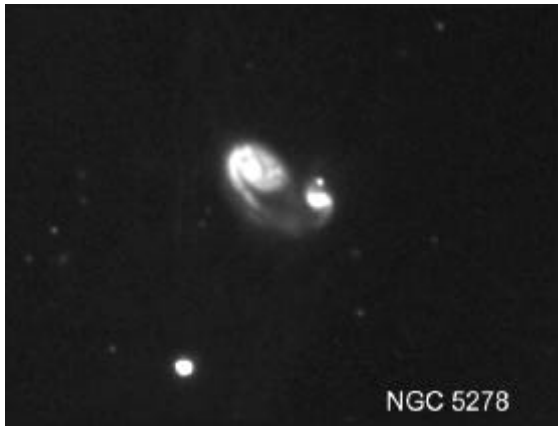


Das bizarrste Beispiel eines Gezeitenarms, der zwei vom Typ unterschiedliche Galaxien wie mit einem Seil verbindet, sehen wir bei NGC 5216/18. Die Aufnahme ist aus 36 Minuten Belichtung zusammengesetzt. Die untere Galaxie, NGC 5218, scheint eine Balkengalaxie zu sein (waagrecht liegender Balken im Zentrum), wie eingerahmt von äußeren

Bögen. Die obere, NGC 5216, ist eine Elliptische Galaxie. Wenn die Entfernung mit 137 Millionen Lichtjahren angenommen wird, ist die Gezeitenbrücke mindestens 140 000 Lichtjahre lang, wahrscheinlich länger, weil die Verbindung stärker gebogen sein wird und die beiden Galaxien nicht genau in der gleichen Entfernung stehen werden. Es wäre interessant zu wissen, aus welcher Galaxie der Gezeitenarm herauskommt und ob der kleine Bogen links oben bei der Elliptischen Galaxie nur die Verlängerung des unteren oder ein eigenständiger Arm ist. Bei genauem Hinsehen ist zu erkennen, dass auch die untere Galaxie noch einen weiteren Ausläufer (links unten) nach unten hat.

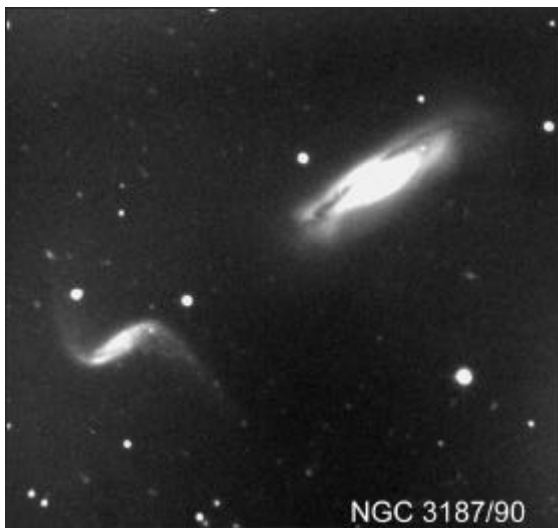


Das Paar NGC 5278/79 dagegen liegt an der kurzen Leine, es sieht aus, als hätte die linke Galaxie nur einen einzigen eng gewickelten Spiralarm, der sich mit dem unteren Arm der rechten Galaxie kreuzt. Leider sind wegen der großen Entfernung nur wenige Einzelheiten auf dieser Aufnahme zu sehen. Das Paar wäre ein guter Kandidat für das Hubble-Weltraumteleskop.



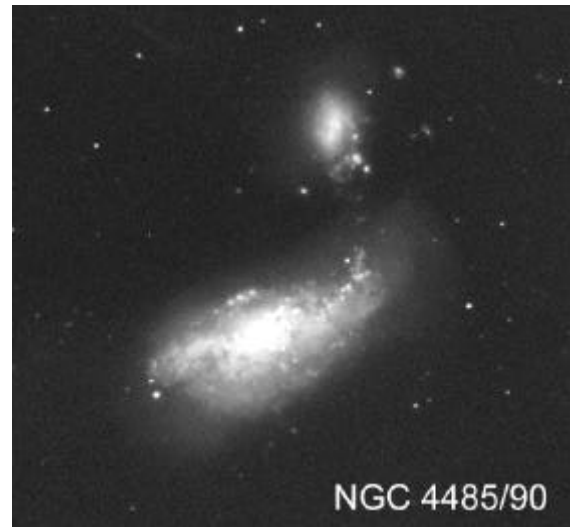
Bei Betrachtung der Bilder ist zu erkennen, dass die nahen Begegnungen die beteiligten Galaxien nicht nur stark deformieren – siehe das Paar NGC 3187/90 – sondern dass dabei auch heftige interne Entwicklungsprozesse angestoßen oder beschleunigt werden.

Von Bedeutung ist auch, wie die Galaxien sich begegnen. Besonders intensiv sind die Gezeitenwirkungen, wenn das Treffen in Drehrichtung der Galaxien erfolgt. In diesen Fällen sind die Sterne auf den zugewandten Seiten am längsten den gegenseitigen Anziehungskräften ausgesetzt.



So zeigen NGC 4485/90 mehrere Ketten heller Punkte. Das sind riesige, hell leuchtende Gaswolken von der Art des Orionnebels, in denen zahlreiche neue heiße Sterne entstanden sind. Diese intensive Sternentstehung ist durch die Verdichtung der Gaswolken während der

nahen Begegnung oder Durchdringung der beiden Galaxien ausgelöst worden.



Die automatische Bremse

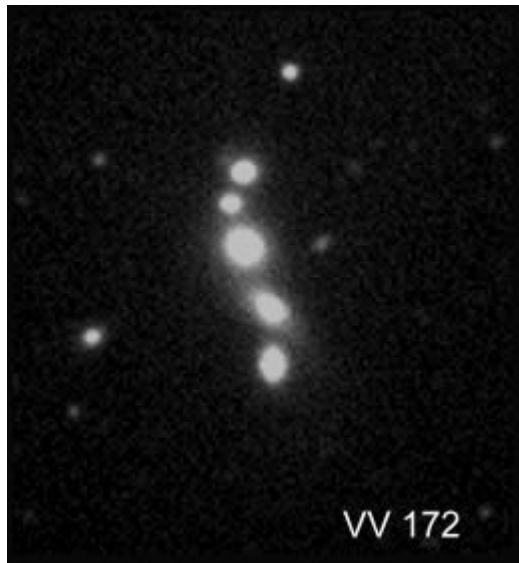
Es gibt nun einen wichtigen Unterschied bei der Begegnung von Galaxien gegenüber nahen Begegnungen von Sternen oder Planeten. Man kann leicht nachvollziehen, dass die Bildung der Gezeitenarme, Umgestaltung der Galaxien und Verdichtung oder Verlagerung ihrer Gaswolken sehr viel Energie erfordert. Diese Energie wird der Bahnbewegung der Galaxien entzogen, d.h. sie werden gebremst, verlieren an Geschwindigkeit, fangen an sich zu umkreisen und können verschmelzen.

Bei nahen Begegnungen kompakter Himmelskörper (z.B. Stern/Stern oder Sonne/Komet) findet diese Energieübertragung nicht statt und die Partner fliegen wieder unbeeinflusst auseinander, ohne sich gegenseitig einzufangen.

Besonderheiten in Galaxienhaufen

Galaxien sind im Weltall nicht regellos verteilt, sie haben die Tendenz, Gruppen und große Haufen zu bilden. Zum Beispiel bilden unsere Milchstraße, der Andromedanebel, der Dreiecksnebel und über 30 kleinere Galaxien einen eigenständigen Verband, die Lokale Gruppe. Entferntere Ansammlungen sind die Galaxienhaufen im Sternbild Jungfrau

(Virgo-Haufen) und im Haar der Berenice (Coma-Haufen).

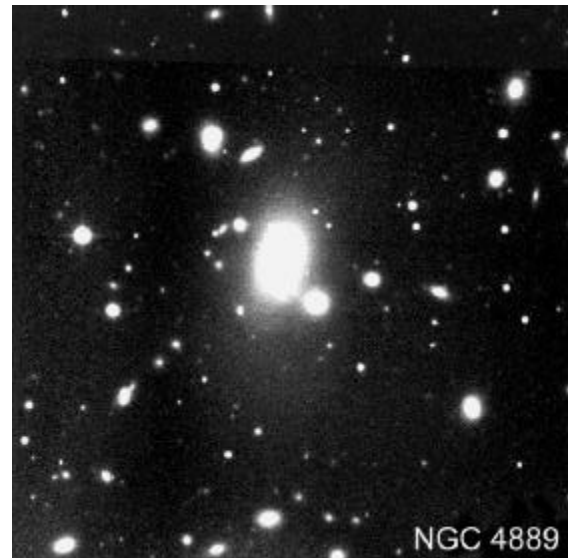


Gruppen von Galaxien können durchaus sehr ungewöhnlich aussehen. Die Aufnahme von VV 172 vermittelt auf den ersten Blick den Eindruck, es handle sich um eine geschwungene 5er Kette von zusammengehörenden Galaxien. Tatsächlich aber ist die zweite Galaxie von oben – ausweislich ihrer doppelt so großen Fluchtgeschwindigkeit von 37 130 km/Sek gegenüber den anderen – doppelt so weit entfernt (1.5 Milliarden Lichtjahre) wie die vier anderen. Nur wenn die Radialgeschwindigkeiten übereinstimmen, handelt es sich um echte Paare oder Gruppen.

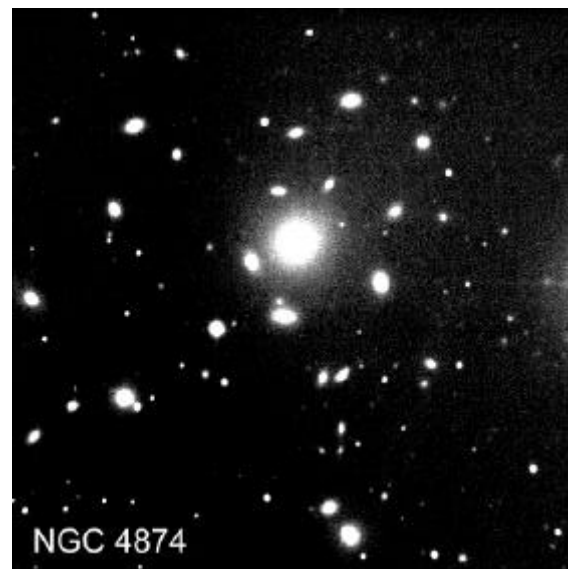
NGC 4889 ist die hellste Galaxie im Coma-Haufen. Sie steht im Zentrum einer der beiden Konzentrationen des Haufens in rund 300 Millionen Lichtjahren Entfernung. Sie ist eine riesige Elliptische Galaxie mit einem Durchmesser von knapp 300 000 Lichtjahren. Dagegen ist unsere Milchstraße ein Zwerg.

Es fällt auf, dass auch die vielen Nachbarn von NGC 4889 fast ausschließlich Ellipsen sind. Das ist kein Zufall. In einem großen Haufen sind die Entfernungen zwischen den Galaxien geringer als üblich und nahe Begegnungen und Verschmelzungen häufiger. Vieles spricht dafür, dass die Verschmelzung von Scheibengalaxien

(z.B. Spiralnebel) eine Elliptische Galaxie ergeben. Damit wäre das Übergewicht der Elliptischen Galaxien in Haufen erklärt.



NGC 4874 ist die zweithellste Galaxie im Coma-Haufen, mit 240 000 Lichtjahren Durchmesser ebenfalls riesenhaft. Sie steht im Zentrum der zweiten zentralen Verdichtung des Coma-Haufens, umgeben von einem Schwarm kleinerer Ellipsen.



In den Zentren der Haufen ist naturgemäß die Galaxiendichte und damit die Häufigkeit von Verschmelzungen am größten. Dort entwickeln sich somit die gigantischen Riesengalaxien, die im Laufe der Zeit viele andere Galaxien verschluckt haben – Kannibalismus im Weltall.