

## Unsere weitere kosmische Umgebung

Nachbarsterne, Nebel und Sternhaufen in der Milchstraße  
Galaxien

Autor: Dieter Seiwald

### Wie viele Sterne gibt es?

6000 sind mit freiem Auge sichtbar,  
20 Millionen mit einem kleinen Teleskop,  
ca. 100 Milliarden in unserer Milchstraße, alle sind  
ferne Sonnen, wahrscheinlich mit eigenen  
Planetensystemen!



Mindestens zwei **Eigenschaften von Sternen** sind faszinierend: erstens ihre Anzahl, zweitens ihre Entwicklung. Während die Anzahl auf lang belichteten Aufnahmen sofort ins Auge springt, ist ihre Entwicklung schwieriger nachvollziehbar, da ein Menschenleben nicht ausreicht, um irgendwelche Veränderungen an einem Stern auszumachen. Zu Hilfe kommt dabei jedoch die erste Eigenschaft, die es uns ermöglicht, mit einem Blick zum Himmel, Sterne in allen möglichen Entwicklungsstadien zu erkennen. Das einfache Bild von Sternen, die unveränderlich ewig strahlen, ist falsch, auch sie entstehen und vergehen.

Im Folgenden sei ihre Entwicklung kurz skizziert:



★ Sterne entstehen aus **Gas und Staub**, die sich aufgrund der Gravitation zusammenballen. Diese Sternentstehungsgebiete enthalten immer viel Wasserstoff, leuchten rot, und existieren am Himmel in großer Zahl. Sieht man mit modernen Teleskopen tief in diese Wasserstoffnebel hinein, stößt man auf ganz junge Sterne, die oft nur wenige tausend Jahre alt sind. Beispiele: Orionnebel (1600 Lj entfernt, 15 Lj groß, mit bloßem Auge am Winterhimmel erkennbar), Trifidnebel, Lagunennebel.

★ Sterne entstehen in solchen Gaswolken in Gruppen. Nach 100 Mio. Jahren ist sämtliches Gas von den Sternen aufgesaugt oder weggeblasen, nur noch Reste sind zu erkennen. Solche, noch junge Sterne leuchten bläulich, da sie sehr heiß sind. Beispiel dazu: Plejaden ("Siebengestirn" im Stier, tatsächlich ca. 50 Sterne), Doppelsternhaufen h&x im Perseus (alles junge Sterne, aber kein Staub mehr vorhanden - nicht mehr so jung wie die Pleiaden, 2 mal 300 Sterne).

★ Diese Gruppen, genannt **Sternhaufen**, bestehen für einige hundert Millionen Jahre. Sie sind nicht stabil und lösen sich daher langsam auf. Ältere Sterne verteilen sich gleichmäßig über den Raum und stehen alleine da so wie z. B: unsere Sonne.

★ Nach einer bestimmten Zeit sind die Energievorräte eines Sternes erschöpft (bei der Sonne etwa 10 Milliarden Jahre). Die Kernfusion, die den Stern über lange Zeit als Gasball hat leuchten lassen, ist dann nicht mehr möglich. In diesem Stadium hängt die weitere Entwicklung des Sternes von seiner Gesamtmasse ab. Das Ende eines Sterns ist in jedem Fall spektakulär!

#### Entwicklung von Sternen mit einer Masse kleiner als $1.4 \cdot M_{\text{Sonne}}$ :

Der Wasserstoff ist zu Ende und ein Heliumkern hat sich gebildet. Der Strahlungsdruck nach außen lässt nach, sodass der Stern sich kontrahiert (Gravitation). Dadurch steigt die Dichte im Stern so gewaltig an, dass bis Helium zu höheren Elementen wie z. B: Kohlenstoff, Nickstoff, Sauerstoff fusioniert. Ein neuer Energievorrat muss angezapft werden, dabei bläht sich der Stern zum **Roten Riesen** auf, wobei die Sonne in diesem Stadium die Erde verschluckenwürde. Da der

Heliumvorrat begrenzt ist, erfolgt wieder eine Kontraktion und ein Dichteanstieg im Inneren des Sterns, sodass höhere Elemente bis zum Eisen gebildet werden. Ab diesem Zeitpunkt verbraucht die Kernfusion Energie anstatt das welche erzwung wird und die letzte Kontraktion wird nicht mehr gestoppt. Der Stern fällt in sich zusammen und erzeugt noch einmal so viel Energie, dass ein Teil der Gashülle des Sternes in den Weltraum weggeblasen wird (Nova). Übrig bleibt ein **weißer Zwergstern**, der noch etwas leuchtet, und nach dem Abkühlen nicht mehr zu sehen ist. Die abgestoßene Hülle leuchtet als "**planetarischer**" **Nebel** weiter und verliert sich schließlich in der Galaxie.

Beispiele: Ringnebel in der Leier (im Ring wurden Wasserstoff, Helium, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel und Neon festgestellt, der Zentralstern ist noch extrem heiß),

Hantelnebel (im Foto: Sauerstoff leuchtet grün, der Wasserstoff rot, die Hantel fliegt mit großer Geschwindigkeit auseinander und wird irgendwann nicht mehr zu sehen sein.)

Diese in den Sternen neu gebildeten Moleküle sind Ausgangsstoff für neue Sterne und neue Planeten.



#### Entwicklung von Sternen, die schwerer sind als $1.4 \cdot M_{\text{Sonne}}$ :

Auch sie blähen sich zu roten Riesen auf, und erzeugen durch Kernfusion Elemente bis zum Eisen. Dann aber kontrahieren sie noch weiter als nur bis zum Weißen Zwerg. Da der Druck stetig steigt verschmelzen Elektronen und Protonen zu Neutronen und bilden einen Neutronenklumpen, einen sog. **Neutronenstern**. Bei dieser Kontraktion entsteht noch mal kurzzeitig so viel Energie, dass der Stern explodiert. Zurück bleibt ein extrem dichter und kleiner Neutronenstern (Mio. Tonnen/cm<sup>3</sup>, 20km Durchmesser), der aufgrund der Drehimpulserhaltung schnell rotiert und unter Umständen wie ein Leuchtfeuer Energie abstrahlt (**Pulsar**). Bei der Explosion, die einige Tage dauert, leuchtet der Stern so hell wie Millionen von Sterne zusammen (**Supernova**).

Nur bei solchen Supernovaexplosionen werden schwerere Elemente als Eisen aufgebaut. Fast alle Elemente auf der Erde, die schwerer als Eisen sind, wie z. B.

Gold, Nickel, Kupfer, Zink, ..., sind auf diese Art und Weise entstanden, wir alle bestehen also aus Sternenstaub (Nukleosynthese).

#### Entwicklung von Sternen, die schwerer sind als $2.5 \cdot M_{\text{Sonne}}$ :

Sie kollabieren noch weiter als bis zum Neutronenstern, und bilden einen Klumpen, der so dicht und so klein ist, dass das Licht nicht mehr von ihm entweichen kann (**Schwarzes Loch**). Schwarze Löcher sind nur indirekt nachweisbar, und zwar über die Röntgenstrahlung der hineinstürzenden Materie. Es gibt bereits mehrere gesicherte Kandidaten wie z. B: im Zentrum unserer Galaxis.

Beispiele für Novae und Supernovae: Eta-Carinae: Life beim Novaausbruch dabei; vor 180 Jahren passiert, damals war Eta Carinae der hellste Stern am Himmel. Crabnebel (Überreste einer Supernovaexplosion, die 1054 n. Chr. stattgefunden hat, und in China bei Tag beobachtet wurde. Die Explosionswolke expandiert mit 1000km/s. In der Mitte ist ein Neutronenstern, ein Pulsar, zurückgeblieben, der sich 30mal in der Sekunde um sich dreht).

In den verschiedenen Entwicklungsstadien verändert der Stern Größe, Farbe und Spektrum. Leicht am Himmel erkennbar ist der Farbwechsel von blau/weiß (jung) zu weiß/gelb (älterer Stern) zu rötlich (Übergangsstadium – Roter Riese) und weiter zu blau/weiß (Weißer Zwerg). Die Klassifizierung dieser Farben erfolgt historisch bedingt durch Großbuchstaben, man definiert die sog. **Spektralklassen**: O, B, A, F, G, K, M, R, N, S.

Merksätze für die Spektralklassen: "O be a fine girl, kiss me right now sweetheart".

#### **Was ist außerhalb unserer Milchstraße?**

Lange nichts, dann.... Galaxien, andere Milchstraßen, die wiederum aus Milliarden Sternen bestehen. Im Vordergrund erkennt man meist Sterne, die noch zu unserer eigenen Galaxie gehören. Die Galaxie ist so weit weg, dass man keine Einzelsterne sondern nur die Summe aller Sterne als Wolke sieht (irreführender historischer Begriff: Nebel).



Beispiele: Andromedagalaxie, M 33, M51 (siehe Foto).

Das Weltraumteleskop Hubble richtete vor kurzem sein Auge auf einen winzigen Fleck am Himmel, kleiner als ein Stecknadelkopf bei ausgestrecktem Arm und fand eine große Anzahl an Galaxien. Auf einer Aufnahme sind über 1000 zu erkennen!

Allerdings können wir prinzipiell nicht weiter als 13 Milliarden Lichtjahre hinausschauen, was hinter diesem Horizont ist, bleibt verborgen.

Man hat bis heute ca. 1 Millionen Galaxien kartiert, geschätzt werden jedoch 100 Milliarden. Jede enthält 100 Milliarden Sonnen, wie viele davon Leben tragen kann heute niemand sagen!

(Alle Fotos: Sternwarte „Max Valier“)

Sternname	Sternbild	Entfernung (Lichtjahre)	Helligkeit* (in Mag)	Farbe (Temp. in Kelvin)
Sonne	das wechselt	8 Lichtminuten	- 26	gelb, ca. 5800°
Sirius	Großer Hund	9	-1,46	weiß, ca. 9700°
Arktur	Bärenhüter	36	0	rot (keine Angabe)
Wega	Leier	25	0	weiß, ca. 9500°
Capella	Fuhrmann	44	0	gelb, ca. 5100°
Rigel	Orion	910	0,12	blau, ca. 13 000°
Procyon	Kleiner Hund	11	0,38	weiß, ca. 6700°
Beteigeuze	Orion	325	0,5	rot, ca. 3400°
Atair	Adler	16	0,8	weiß, ca. 9500°
Aldebaran	Stier	68	0,85	orange, ca. 4000°
Spica	Jungfrau	263	1	bläulich (keine Angabe)
Pollux	Zwillinge	35	1,14	orange, ca. 4900°
Deneb	Schwan	3261	1,2	blau (keine Angabe)
Regulus	Löwe	77	1,3	weiß (keine Angabe)
Antares	Skorpion	604	1,5	rot, ca. 3400°
Castor	Zwillinge	47	1,58	weiß, ca. 9300°

\*Mit Helligkeit ist hier die scheinbare Helligkeit angeführt, also die Helligkeit, in der uns die Sterne erscheinen. Dabei gilt: je kleiner der Wert, desto heller erscheint uns dieser Stern am Himmel. Werte mit einem Minus davor zeugen also von besonders hellen Objekten. Der Vollmond zum Vergleich hat beispielsweise eine Helligkeit von -14 mag, die Venus etwa - 4 mag, der hellste Stern dagegen -1,46 mag. Alle anderen Sterne sind weniger hell als Sirius. Das sagt aber nichts über ihre tatsächliche Leuchtkraft aus, denn die Sterne sind unterschiedlich weit von uns entfernt. Ein kleiner Stern, der uns nah steht kann heller wirken als ein großer Stern weit draußen im All. Hätte die Sonne eine Entfernung von 36 Lichtjahren, wäre sie nur noch ein unscheinbares Sternchen mit einer Helligkeit von 4,8 mag. Quelle: [www.astrokramkiste.de](http://www.astrokramkiste.de)