

## Wolken im Weltall

### Der Astrophysiker Gerhard Hensler über Sternennebel und intergalaktische Materie

Vom Leben der Natur

Gestaltung: Lothar Bodingbauer

Sendedatum: 14.-18. Dezember 2015

Länge: 5 x ca. 5 Minuten

### Inhaltsübersicht

#### Teil 1: Blicke zum Urknall

Beobachtungen in der Zeit zurück | Lichtgeschwindigkeit endlich | ausgesandt vor bestimmter Zeit | zum Beispiel vor 2 Milliarden Jahren | Grundprinzip der Astrophysik | Urknall vor 13,7 Mrd. Jahren | Elementarteilchen bildeten Atome | Materie füllte Universum aus | Atome, Ionen, Wasserstoffteilchen, Elektronen und Protonen wechselwirken, Licht abgegeben, wieder absorbiert | Licht war nicht frei, an Materie nicht gekoppelt | Wechselwirkung Atome-Licht | opak, undurchsichtig | können nicht in den Urknall hineinschauen | Emission | Absorption | 300.000 - 400.000 Jahre gedauert | Licht wurde dann frei | Temperaturschwankung in kosmischer Hintergrundstrahlung | Milliarden Grad, Millionen Grad | heute 2,7 K knapp oberhalb des absoluten Nullpunkts | nach Entkopplung von Licht und Materie | Dichteschwankungen | Sterne und Galaxien | Galaxien besitzen neben Sternen auch Gas | Gaswolken | angesammelt angehäuft | Sternbildung: Abkühlung der Gaswolke | 50 mal so schwer wie Sonne | Zentralkeim der Sonne | Rest wird weggetrieben | Materie nur 5% | dazu Dunkle Materie | wird gebraucht, um das Zusammenhalten von Galaxien zu verstehen | Dunkle Energie | nicht zugänglich | noch im Dunkeln | fragwürdig, was sie als Substanz ausmacht

#### Teil 2: Die Untersuchung der Farben

Materie nicht gleichmäßig verteilt | dichtere Teile, Wolken | erste größere Masseneinheiten | Sterne, Galaxien | im Zentrum Schwarze Löcher | Materie geklumpt, kein Licht kommt heraus | indirekt beobachtbar | Anziehungskraft auf Umgebung | Gasansammlung, Gas leuchtet | leuchtende Massenpunkte | Energie wird freigesetzt | erste Objekte 300 Millionen Jahre nach Urknall entstanden | extragalaktische Wolken | überall | Beobachtungstechniken | Gas immer geklumpt | manchmal langgestreckte Wolken | Filamente | auch dunkle Wolken | Licht durch Wolken durch | von Atomen absorbiert und unregelmäßig ausgestrahlt, Licht fehlt | zwei Möglichkeiten der Analyse: Quelle und Wolken | Gaswolke mit Masse der Milchstraße, 100 Milliarden Sonnenmasse | dort wird mehr Licht absorbiert als von einer kleineren Wolke | das ist noch keine Galaxie | Galaxie hat leuchtende Sterne, Gas hat Struktur | dort regellose Packen ohne Sterne bisher | weitere Entwicklung der Galaxien | Quelle entwickelt, die noch weiter entfernt ist | den Zustand, der noch weiter entfernt ist, sehen wir heute noch nicht

## Teil 3: Die Entstehung der Sterne

Erste Sterne isoliert entstanden | Sternentstehungsgebiete an Galaxien gekoppelt | dort kann Gas dichter werden | strahlen Licht ab, verlieren Energie, durch Anziehungskraft werden Wolken dichter | kollabieren | Teil kann Stern bilden | nicht die gesamte Wolke | nur die inneren Teile eine Wolke | Wolken in Wolken | dort entstehen Sterne | Leben beginnt mit Energieabstrahlung, Kernfusion | Umgebung heizt sich auf, wird vom Stern weggetrieben | zwei Dinge beobachtbar | Stern | Gas, ursprüngliche Wolkenform | Wechselwirkung mit abgestrahlter Energie | Umgebung wird aufgeheizt | eigenes Licht | wandeln Sternenlicht um | Beispiel Orionnebel | Molekülwolke rötlich | Sterne selbst | um massereiche Sterne (4) Trapezstern | ionisiertes Gas | Wasserstoff in ursprünglicher Form | nicht Elektron gekoppelt an Kern | ganz anderes Licht | in der Milchstraße ist noch genügend Gas | 15% Gas | Sternbildung noch möglich | Entfernung ist sehr groß, dazwischen können immer noch Wolken entstehen, kollabieren, Sterne entstehen | Rotation in der Wolke | es flacht sich die Wolke ab, etwas scheibenförmig | durch Klumpung in der Wolke | Planetensystem | 99% der Rotation in der Bahn der Planeten um Sonne herum | Sonne hat nur 1% des Drehimpulses. Der Rest des Drehimpulses befindet sich in der Bewegung der Planeten um die Sonne.

## Teil 4: Vom Ende des Leuchtens

Gegen Lebensende des Sternes kollabiert er | äußere Hüllen werden abgegeben | durch Gravitation fällt er zusammen | Friedhof der Sterne: Reste | Weißer Zwerg bei unserer Sonne | wenig abgestrahlt | Planetengröße | Bruchteil der Sonnenmasse | Rest der Hülle wird abgegeben | in 5 Milliarden Jahren | Sonne wird vorher zum Roten Riesen | Wasserstoff, Helium, Kohlenstoff | Kernfusionsarten ändern sich | größerer Energieoutput | Ausdehnen, Erdbahn verschluckt | Hülle wird abgeblasen | planetarischer Nebel | fälschlicherweise glaubten Beobachter, ein Planetensystem zu sehen | im Zentrum weißer Zwerg | Hülle drum herum | Ringnebel in der Leier | eine Sonnenmasse, 5-8 mal so schwer | bei schwereren Sternen in seiner Lebenszeit durch stellaren Wind abgegeben, haben mehr Brennphasen | Stadium ohne Fusion | Stern erlischt | kühler werden | fällt in sich zusammen | Anziehungsenergie wird frei | treibt äußere Hüllen weg | Stern mit Sternrest: Neutronenstern, Schwarzes Loch, 2-4 Sonnenmassen | Hülle in zig Sonnenmassen in Supernova Explosion abgestoßen | Gas um den Stern | dort verliert die Hülle Energie | dort ist Gas bereits geklumpt (Wolken) | diese Wolken werden noch verstärkt | bei Supernova-Explosionen in Umgebung werden Wolken wieder zusammengedrückt, sodass dort wieder Sterne entstehen können

## Teil 5: Die Beobachtung des Himmels

Leuchtende Dinge sind leicht zu entdecken | dichte Objekte auch | Wolken geringer Dichte sind schwer zu sehen | am Himmel sehen wir mit bloßem Auge nur die nahen Objekte | Sterne im optischen Bereich | Wolken sichtbar, nur wenn sie angestrahlt werden | Fotoplatten können leuchtende Nebel sichtbar machen, wenn sie lange belichtet werden | Sternentwicklung passiert nicht in der Nachbarschaft | warum Sterne unterschiedliche Farben haben | Temperaturen | wir verstehen das physikalisch | Entfernung | Größe des Sternes | Masse | Planeten um Sterne | Feldstecher, Teleskop | auch Milchstraße | nur die nahen Strukturen | 1/10 unserer Milchstraße sichtbar | Strukturen erkennbar | Band | Scheibe der Milchstraße | dunkle Strukturen | Wolken | da sind schon Sterne, aber Wolken absorbieren das Licht | heutige Forschung im Bereich des „Frühen Universums“ | Dichteunterschiede, Strukturen, Sterne, Galaxien | Große Teleskope um in das Tiefe Universum hinauszuschauen | auch Molekülwolken mit großen Teleskopen beobachtbar, Sternbildung beobachtbar | Stern selbst leuchtet, das ist leicht zu sehen