

Das heiße und energiereiche Universum

1. Das Universum war immer die letzte Grenze des menschlichen Strebens nach Wissen.
2. Während ihrer gesamten Geschichte hat die Menschheit den Himmel beobachtet, um das Weltall außerhalb der Grenzen unseres Planeten zu verstehen.
3. Heute kennen wir wichtige Ergebnisse diese Bemühungen.
4. Nun wissen wir, dass die Sonne ein typischer Stern ist, welcher sich nicht sonderlich von den anderen am Nachthimmel unterscheidet.
5. Wir haben die Planeten unseres Sonnensystems entdeckt und die Zusammenhänge zwischen ihnen untersucht.
6. Wir untersuchten Asteroide und Kometen und entdeckten, welche wichtige Rolle sie bei der Entstehung von Planeten spielen
7. Wir verstehen die Grundsätze der Entstehung, der Entwicklung und des Sterbens der Sterne.
8. Wir haben auch tausende von Exoplaneten um andere Sterne entdeckt.
9. Wir untersuchten gigantische Sternfelder.
10. Wir entdeckten dichte Wolken aus interstellarem Staub und Gas, in welchen permanent neue Sterne geboren werden.
11. Wir haben es geschafft den riesigen Komplex von Sternen zu beschreiben, zu denen wir gehören. Unsere Galaxie.
12. Wir haben festgestellt, dass unsere Galaxie nicht allein im Universum ist sondern dass es noch hunderte Milliarden weitere gibt.
13. Wir entdeckten, dass die Welt der Galaxien extrem gewalttätig und in ständiger Bewegung ist.
14. Am Ende stellten wir fest, dass das Universum sich permanent ausdehnt, und wir suchen immer noch nach dem Grund dafür.
15. Diese Suche ist eine ausgedehnte Reise in Richtung Wissen, zur Überwindung von Aberglauben und zur Bestimmung der menschlichen Existenz
16. Die Hilfsmittel für die Reise der Menschheit in das Universum sind wissenschaftliche Instrumente, welche Teleskope genannt werden und die in vielen Sternwarten installiert sind.

17. Teleskope sammeln Licht. Ihre Leistung wird durch die Größe der Linse oder Spiegel bestimmt.
18. Heutzutage besitzen wir gigantische Teleskope mit 10 oder mehr Metern Durchmesser.
19. Die meisten von diesen Teleskopen stehen in einsamen Regionen der Erde, weit weg von den Städten, denn das künstliche Licht verhindert ernsthafte astronomische Untersuchungen.
20. Die europäische Südsternwarte baut ein gigantisches Teleskop mit 40 Metern Durchmesser, welches tief ins Weltall eindringen wird, um die kosmische Geschichte zu untersuchen.
21. Der wichtigste Schritt zur Erforschung des Weltalls ist die Nutzung von Teleskopen im Erdorbit außerhalb der Erdatmosphäre. Wie das Hubble Weltraumteleskop.
22. Licht ist viel mehr als optische Teleskope erfassen können.
23. Licht enthält elektromagnetische Strahlung in verschiedenen Wellenlängen. Die meisten von ihnen sind für optische Teleskope und das menschliche Auge unsichtbar.
24. Es gibt Radiowellen, Mikrowellen, Infrarot Strahlung, das sichtbare Licht, Ultraviolette Strahlung, Röntgen- und Gamma Strahlung. Diese Arten des Lichts gehören alle zum elektromagnetischen Spektrum.
25. Das menschliche Auge kann nur einen kleinen Teil des elektromagnetischen Spektrums erfassen, der auf den Grundfarben basiert.
26. Himmelskörper strahlen normalerweise in vielen Wellenlängen gleichzeitig. Abhängig von ihrer Temperatur emittieren sie in einigen Wellenlängen mehr als in anderen.
27. Die heißesten und aktivsten Prozesse strahlen im kurzen Wellenbereich, wie Röntgen- und Gammastrahlung, während ruhige und kalte Prozesse vorwiegend Strahlung im langen Wellenbereich wie Infrarot- und Radiostrahlung aussenden.
28. Radiowellen werden mit großen Antennen, den Radioteleskopen untersucht. Diese können 24 Stunden und bei jedem Wetter arbeiten.
29. Der größte Teil der elektromagnetischen Strahlung kann jedoch nicht in die Erdatmosphäre eindringen. Deshalb werden Teleskope in der Erdumlaufbahn

- eingesetzt. Vor allem die hoch energetische ultravioletten, Röntgen- und Gammastrahlen können auf der Erde nicht untersucht werden.
30. Doch die Röntgen- und Gammastrahlung ermöglicht, die heftigsten und beeindruckendsten Phänomene im Universum zu beobachten. Zum Beispiel unterscheidet sich ein normales Foto vom Nachthimmel komplett von einem Bild in diesen Wellenlängen.
 31. Der einzige Weg, das heiße und gefährliche Universum mit seinen hohen Energien zu beobachten, sind deshalb Teleskope im Weltraum.
 32. Diese Teleskope erlauben uns, physikalische Prozesse zu beobachten, welche für das menschliche Auge unsichtbar sind.
 33. Röntgenstrahlen sind nach dem deutschen Physiker Wilhelm Röntgen benannt, welcher sie 1895 untersuchte. Seitdem werden sie seit vielen Jahren in der medizinischen Diagnostik eingesetzt. Gamma Strahlung wurde 1900 vom französischen Physiker Paul Villard entdeckt. Sie ist heute für ihre schwer schädigenden Eigenschaften auf lebende Kreaturen bekannt.
 34. 1948 konnten amerikanische Wissenschaftler mit Hilfe von Spezialdetektoren an einer deutschen V2-Rakete Röntgenstrahlung untersuchen, welche von der Sonne ausging. 1962 gelang es einem Team von Wissenschaftlern unter der Leitung von Ricardo Giacconi, die erste Röntgenstrahlung außerhalb unseres Sonnensystems nachzuweisen. Diese kam aus dem Sternbild Skorpion.
 35. Der erste erfolgreiche Nachweis von Gammastrahlung im Weltraum gelang 1961 durch Explorer 11.
 36. Die Ergebnisse der ersten amerikanischen Raumstation, Skylab, waren auch sehr wichtig. 1973 in Betrieb genommen untersuchte sie 6 Jahre lang die Sonne im Bereich der Röntgenwellen.
 37. Seit damals wurden einige Weltraumteleskope gestartet, welche das Universum im Röntgen- und Gammabereich untersuchen und uns einen viel tieferen Einblick in die spannenden und gefährlichen Prozesse des Weltraums gewähren.
 38. Eines der erfolgreichsten Observatorien ist heute das Chandra Röntgenteleskop, welches am 23. Juli 1999 mit dem Columbia Space Shuttle in den Weltraum gestartet ist.
 39. Chandra hat den schärfsten Blick auf das Röntgenuniversum.

40. Der XMM-Newton Satellit, welcher nach dem berühmten Isaac Newton benannt ist, wurde von einer Ariane 5 Rakete der Europäische Raumfahrt Agentur in seine Umlaufbahn gebracht.
41. Die Hauptziele sind die Untersuchung der Röntgenstrahlung von Objekten des Sonnensystems, die Gewinnung detaillierter Informationen über Regionen, in denen neue Sterne entstehen, die Entstehung und Entwicklung von Galaxien, die Umgebung von super massiven schwarzen Löchern und das Aufspüren der mysteriösen dunklen Materie.
42. Nustar wurde 2012 gestartet. Seine Hauptaufgabe ist die Beobachtung von großen schwarzen Löchern, welche sich hinter riesigen Gas- und Staubwolken verbergen.
43. Die US amerikanische Fermi Mission und die europäische INTEGRAL Mission suchen nach der energiereichsten Strahlung, welche aus den Tiefen des Weltraumes kommt, der Gammastrahlung.
44. Mit diesen Teleskopen werden Himmelskörper wie unsere Sonne untersucht, um zu verstehen, wie Sonnenstürme und die hohen Temperaturen in ihrer Corona genannten, äußeren Atmosphäre entstehen.
45. In Regionen mit riesigen molekularen Staubwolken untersuchen wir die Geburt von neuen Sternen. Dort können kleine Gravitationsinstabilitäten den Kollaps von Staubwolken und die Entstehung von neuen Sternen und Planeten bewirken.
46. Wir untersuchen auch das heftige Sterben von Sternen, welche sich in Form von Supernovae zeigen.
47. Nach einer Explosion endet der Kern des Sterns in einem, wie wir es nennen, massiven schwarzen Loch. Von diesem Sternenrest kann nichts entkommen. Selbst das Licht wird eingefangen, was diese Objekte unsichtbar macht. Ihr starkes Gravitationsfeld krümmt den Raum und die Zeit um sie herum.
48. Schwarze Löcher fangen alles ein was ihnen zu nahe kommt, um so die eigene Masse zu vergrößern. Materie, welche zu einem schwarzen Loch kollabiert, lässt eine Akkretionsscheibe um dieses entstehen. In dieser Scheibe sind die Temperatur und die kinetische Energie so hoch, dass Gamma- und Röntgenstrahlen entstehen. Zur gleichen Zeit erzeugen große Gravitationsfelder Jets, welche sich nahe der Lichtgeschwindigkeit bewegen und heftig mit der Interstellaren Masse interagieren, welche sie umgibt.

49. Mit dem Tod von Sternen mittlerer Masse entsteht, was wir Neutronensterne nennen. Diese Objekte rotieren mit sehr hohen Geschwindigkeiten und lassen sich am leichtesten beobachten, wenn die Jets Richtung Erde zeigen. Sie ändern periodisch ihre Helligkeit, weshalb wir sie Pulsare nennen.
50. Pulsare können auch Akkretionscheiben und Jets bilden. Allerdings sind diese im Vergleich zu schwarzen Löchern bedeutend schwächer.
51. Wir untersuchen auch Doppelsterne, welche eng beieinander stehen und stark miteinander interagieren.
52. Aber es gibt auch Spezialfälle, bei dem einer der Doppelsterne eine hohe Dichte wie ein Neutronenstern oder ein schwarzes Loch besitzt.
53. In solch einem Fall wird die Masse vom zweiten Stern zu dem Neutronenstern oder schwarzes Loch gesogen, was eine gewaltige Explosion in Form einer Supernova auslösen kann.
54. Wir beobachten die Verschmelzung zweier Sterne oder auch die viel gewaltigere Verschmelzung zweier Neutronensterne. Die Verschmelzungen enden immer in gewaltigen Explosionen, bei denen Röntgen- und Gammastrahlen, die sogenannten Gammastrahlenblitze, entstehen.
55. Gammastrahlenblitze sind das energiereichste Phänomen im Universum. Der italienische Satellit BeppoSax spielte bei der Entdeckung und dem Verständnis von Gammastrahlenblitzen eine entscheidende Rolle. Die Swift Mission ist eine ehrgeizige Mission, um Gammastrahlenblitze zu finden und zu untersuchen.
56. Viel seltener, dafür aber viel gewaltiger, ist die Verschmelzung zweier schwarzer Löcher. Dies ist das heftige Phänomen im Weltraum, bei dem unfassbare Mengen einer exotischen Energie, die Gravitationsstrahlung, entsteht.
57. Wir untersuchen auch das Zentrum unserer Galaxie, in welchem ein schwarzes Loch mit seiner ihn umgebenden Materie in Wechselwirkung tritt. Untersuchungen der Bewegung dieser nahegelegenen Sterne ergab, dass das schwarze Loch eine 4 Millionen Mal größere Masse als unsere Sonne besitzt.
58. Beobachtungen mit dem Fermi Teleskop zeigten, dass zwei lange Lappen von Gammastrahlung existieren mit einer Länge von 25.000 Lichtjahren, ausgehend vom Zentrum unserer Galaxis. Diese Lappen entstanden durch die

- Wechselwirkung von relativistischen Teilchen, die von der Akkretionsscheibe des zentralen Schwarzen Lochs unserer Galaxis ausgestoßen wurden.
59. Wir untersuchen im Detail Galaxien, die riesige Mengen an Energie aus ihren Kernen emittieren und die als Aktive Galaktische Kerne bekannt sind: Radiogalaxien, Quasare und Blazare.
60. Diese Galaxien besitzen in ihrem Zentrum massive schwarze Löcher mit Massen von einer Million bis einer Milliarde Massen unserer Sonne. Sie stoßen riesige Mengen von Materie aus und besitzen Jets, die bis in den intergalaktischen Raum reichen.
61. Wir beobachten die Wechselwirkungen, Zusammenstöße und Fusionen von Galaxien, die eine entscheidende Rolle in ihrer Evolution spielen
62. Schließlich können wir das Ur-Universum beobachten, als der Tod der ersten Sterne viel gewaltiger war und Wechselwirkungen oder Verschmelzungen von Galaxien viel öfter stattfanden.
63. Alle Beobachtungen helfen uns, die Geschichte des Universums und die ihm zugrunde liegenden physikalischen Gesetze zu verstehen.
64. Im Jahr 2028 startet die ATHENA Mission der europäischen Weltraum Agentur. Mit dem Transport des größten Röntgen-Teleskops, welches jemals gebaut wurde, wird es unser Wissen über das hoch energetische Universum revolutionieren. ATHENA wird die ersten schwarzen Löcher des frühen Universums untersuchen und uns verstehen helfen, in welche Wechselwirkungen diese mit ihren Galaxien treten und welchen Einfluss sie auf deren Entwicklung haben.
65. Betrachtet man das Universum im Röntgen- und Gamma-Bereich, ist es eine unwirtliche und lebensfeindliche Gegend. Wir leben unter dem Schutz einer Atmosphäre und wohnen auf einem Raumschiff, das wir Erde nennen, ohne etwas von diesen beeindruckenden Phänomenen zu spüren, die in unserer Nähe stattfinden.