Beschreibung der Kurzvorträge

G. Hasinger: Das Schicksal des Universums

Die Erkenntnis über die Entstehung und Entwicklung unseres Universums hat in den letzten Jahren dramatisch zugenommen. Die Galaxienfluchtbewegung, die Struktur der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung und die kosmische Häufigkeit der leichten Elemente lassen sich in einem selbstkonsistenten Modell erklären, in dem das Universum vor 13.8 Milliarden Jahren in einem extrem heißen Feuerball entstanden ist – dem „Urknall". Die weitere Entwicklung des Universums – die Abkühlung, die Ausbildung großräumiger Strukturen, die Entstehung von Galaxienhaufen, Galaxien, Sternen und Planeten lässt sich einerseits durch detaillierte kosmologische Simulationen beschreiben, andererseits mit immer empfindlicheren Instrumenten, sowie immer ausgefeilteren Beobachtungstechniken vermessen. Durch Vergleich von Beobachtungen und Theorie können die das Universum bestimmenden Parameter wie Masse, Energie und die Geometrie des Raumes abgeleitet werden. In den letzten Jahren gab es auf mehreren Gebieten der Kosmologie Paradigmenwechsel: Die Existenz der „Dunklen Materie", einer bisher unbekannten Art von Teilchen, die etwa 85% der Gesamtmasse des Universums ausmacht, hat sich konkretisiert. Überraschend war die Entdeckung einer das Universum dominierenden „Dunklen Energie", welche die Galaxien-Expansion beschleunigt. Einen weiteren Paradigmenwechsel gab es bei den massereichen Schwarzen Löchern, die sich im Zentrum praktisch aller größeren Galaxien befinden – auch in er Milchstraße. Gravitationswellen geben Auskunft über die Verschmelzung Schwarzer Löcher und haben sowohl mit den Detektoren auf der Erde, als auch mit Pulsar Timing Arrays erstaunliche Entdeckungen ermöglicht. Die tiefsten Beobachtungen mit dem James Webb Space Telescope zeigen Galaxien und Schwarze Löcher im frühesten Universum, deren rapide Entstehung und Entwicklung bis jetzt nicht verstanden ist. Eine mögliche Erklärung bietet die Spekulation, dass die derzeit unverstandene Dunkle Materie aus primordialen Schwarzen Löchern besteht, die ebenso als schwere Saat-Keime für die Entstehung der Galaxien und deren supermassereicher Schwarzer Löcher fungiert.

N. Neumayer: Schwarze Löcher und ihre Rolle in der Entwicklung von Galaxien

Die Existenz schwarzer Löcher konnte in den letzten Jahren durch eine Reihe bahnbrechender Beobachtungen nachgewiesen werden. Gravitationswellen belegen die Verschmelzung stellarer Schwarzer Löcher, und das Event Horizon Teleskop belegt durch seine Aufnahmen zweifelsfrei die Existenz supermassereicher Schwarzer Löcher im Zentrum der Milchstraße und der großen elliptischen Galaxie M87. Zahlreiche Beobachtungen deuten darauf hin, dass sich im Zentrum jeder größeren Galaxie ein massereiches Schwarzes Loch befindet. Die Massen variieren zwischen etwa einer Million und zehn Milliarden Sonnenmassen. Es gibt Hinweise auf Beziehungen zwischen der Masse der Schwarzen Löcher und den großräumigen Eigenschaften der umgebenden Galaxien. Das Wachstum Schwarzer Löcher scheint eng verbunden mit der Entwicklung der Galaxien. Schwarze Löcher können »schlummern«, wie im Zentrum unserer Milchstraße; oder sie können durch Verschlingen von Materie zu hellen, aktiven Galaxienkernen wie den Quasaren werden. Diese Zusammenhänge sind Gegenstand der aktuellen Forschung. Antworten sollen u.a. neue Teleskope wie das James-Webb-Space-Telescope (JWST) und das im Bau befindliche European Large Telescope (ELT) liefern.

M. Kramer: Neue Instrumente, neue Erkenntnisse, neue Herausforderungen

Die Astrophysik ist eine Entdeckungswissenschaft, die das Universum als ein kosmisches Laboratorium nutzt, das wir mithilfe unserer Instrumente untersuchen. Bahnbrechende Erkenntnisse in unserem Verständnis des Universums gehen daher oft Hand in Hand mit der Entwicklung neuer Instrumente und Methoden. Moderne Astrophysik ist sowohl ein Treiber als auch ein Nutznießer neuer Technologien. Es scheint, als lebten wir derzeit in einer Ära, in der wir Zugang zu völlig neuen Informationen haben, die unser Weltbild erneut auf die Probe stellen. Mit diesen neuen Methoden kommen sowohl neue Erkenntnisse als auch neue Herausforderungen einher, nicht nur für unser Verständnis, sondern z.B. auch in Bezug auf die enormen Datenmengen, die

wir bewältigen müssen. Dieser Vortrag beleuchtet nicht nur jüngste wissenschaftliche Erkenntnisse, sondern auch neue Chancen und Möglichkeiten, die sich nicht nur für Astronomen, sondern auch für die Industrie und die Gesellschaft als Ganzes eröffnen.