

## ■ Blicke ins heiße und gravitative Universum

ESA wählt Athena und eLISA als Großmissionen des Cosmic-Vision-Programms aus.

Eine Überraschung war die Entscheidung des wissenschaftlichen Programmkommittees SPC der Europäischen Weltraumorganisation ESA nicht wirklich. Mit den „Large Class Missions“ Athena und eLISA will die ESA „neue Blicke in das heiße und energetische, sowie in das gravitative Universum“ werfen. 2034 soll die „evolved Laser Interferometer Space Antenna“ die Beobachtung des Universums anhand von Gravitationswellen ermöglichen, was den bodengebundenen Observatorien bis dato noch nicht gelungen ist. Sechs Jahre früher soll ein neues Röntgenteleskop starten. Beide Projekte hatten die beteiligten Wissenschaftler – von Änderungen bei den Spezifikationen abgesehen – schon seit Jahren vorangetrieben. Beide traten auch bereits bei der Auswahl der ersten Großmission im Frühjahr 2012 an, mussten sich aber der Jupitermond-Mission JUICE zunächst geschlagen geben.<sup>+)</sup>

Der Weg bis zur Entscheidung für die Mission des „Advanced Telescope for High-Energy Astrophysics“ (Athena) war lang und steinig. Die derzeitigen großen Röntgensatelliten von ESA und NASA, XMM-Newton und Chandra, waren noch nicht einmal gestartet, als die Röntgenastronomen dies- und jenseits des Atlantiks schon an die Nachfolgemissionen dachten: XEUS und Constellation-X hätten sie heißen sollen. Da beide Missionen aus Kostengründen keine Chance hatten, taten sich die Forscher zusammen und konzipierten das International X-ray Observatory IXO, das es auch in die Endausscheidung für das Cosmic-Vision-Programm der ESA schaffte. Doch mit dem Ausstieg der NASA<sup>)#</sup> blieb den Europäern 2011 nichts anderes übrig, als einiges über Bord zu werfen. Die ESA gab den Wissenschaftlern dafür ein Jahr Zeit, die daraufhin Athena präsentierten: „Nach dem ‚Abspecken‘ verfügt das Observatorium noch über zwei statt sechs Instrumente, der halben Fo-



ATHENA

Das Röntgenteleskop Athena soll insbesondere heißes Gas im All untersuchen.

kallänge und einem Quadratmeter an Röntgenphotonen-sammelnden Fläche, einem Drittel von IXO“, sagt Arne Rau vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching, Projektwissenschaftler für Athenas „Weitwinkelkamera“, den Wide-Field Imager WFI.

Die Zeit nach der ESA-Entscheidung für JUICE als erste Großmission nutzte die von MPE-Direktor Kirpal Nandra angeführte Kollaboration, um bei gleichem Budget die Fähigkeiten des Satelliten zu verbessern. „So konnten wir die Lichtsammelnde Fläche auf zwei Quadratmeter verdoppeln und die Auflösung bei einer Fokallänge von zwölf Metern auf unter fünf Bogensekunden drücken, den ursprünglichen Wert des Vorgängerkonzepts IXO“, erläutert Rau.

Das Röntgenteleskop ist darauf optimiert, heißes Gas zu untersuchen, wie es beispielsweise in Galaxienhaufen vorkommt, den größten zusammenhängenden Strukturen, die wir heute kennen. Das Gas hat Temperaturen von mehr als zehn Millionen Grad, deshalb ist ein Röntgenobservatorium im Welt- raum mit hoher Empfindlichkeit, einer optischen Instrumenten vergleichbaren spektralen Auflösung und einem großen Gesichtsfeld der Schlüssel dazu, die Entstehung und Entwicklung dieser Strukturen zu

verstehen. Der Satellit kann somit klären helfen, wie sich die Strukturen aus heißem Gas in der Kinderstube des Universums bildeten. Von Messungen der Geschwindigkeiten, der Thermodynamik und der chemischen Zusammensetzung des heißen Gases sowie der Veränderung dieser Parameter auf kosmischen Zeitskalen versprechen sich die Wissenschaftler auch ganz neue Einblicke in komplexe astrophysikalische Prozesse wie Turbulenzen oder nichtgravitative Heizung.

Mit einem solchen Observatorium können die Astronomen aber auch weit in die Geschichte des Universums zurückblicken – weniger als eine Milliarde Jahre nach dem Urknall –, um dort die energiereichsten Vorgänge zu untersuchen und die ersten supermassereichen Schwarzen Löcher zu entdecken. Aufgrund der extrem hohen Temperaturen und der riesigen Energiemengen, die Materie abgibt, wenn sie in ein Schwarzes Loch fällt, erlaubt es Röntgenstrahlung am verlässlichsten und vollständigsten, diese Massemonster zu untersuchen. Bemerkenswerterweise scheinen Prozesse in der unmittelbaren Nähe des Schwarzen Lochs in der Lage zu sein, ganze Galaxien und Galaxienhaufen auf milliardenmal größeren Längenskalen

<sup>+) Physik Journal, Juni 2012, S. 6</sup>

<sup>)# Physik Journal, Mai 2011, S. 10 und März 2012, S. 8</sup>

zu beeinflussen. Diese kosmische Rückkopplung ist daher ein wesentlicher – aber bisher unzureichend verstandener – Bestandteil von Modellen zur Galaxienentwicklung.

Bis zum Start haben die Forscher jetzt 15 Jahre Zeit für das detaillierte Design und den Bau des Satelliten. Eine lange Zeit, doch so lange sind ihre beobachtenden Kollegen nicht

blind auf diesem Auge. XMM-Newton versieht seit mehr als einem Jahrzehnt seinen Dienst im Orbit und zeigt so wenig Ermüdungerscheinungen, dass er hoffentlich noch einmal so lange in Betrieb bleiben kann. Ob auch Chandra auf zwanzig Dienstjahre kommen könnte, steht in den Sternen. An Einsatzzeit übertreffen könnte die

beiden großen vielleicht der kleine Swift, der auf die Beobachtungen von Gamma-Ray Bursts in verschiedenen Energiebereichen spezialisiert ist. Zudem überbrücken spezialisierte Satelliten wie der japanische Astro-H, der 2015 starten soll, die Zeit, bis Athena den Weg ins All antreten kann.

Oliver Dreissigacker

## ■ Warten auf die ESS

**Angesichts der noch immer ungeklärten Finanzierung weisen deutsche Neutronenforscher auf die große Bedeutung der Europäischen Spallationsneutronenquelle hin.**

Das Bauland für die Europäische Spallationsneutronenquelle (ESS) unweit der schwedischen Stadt Lund ist ausgewählt und untersucht – nicht nur von Archäologen, die dabei u. a. ein Grab aus dem Jahr 200 zutage gefördert haben. Im Rahmen der Bauvorbereitung rammen Arbeiter derzeit testweise Pfähle in den Boden. Auch die Blaupausen liegen bereit. Ob der Bau der ESS aber wirklich 2014 beginnt, ist angesichts der noch immer ungeklärten Finanzierung offen. Eine Hälfte der auf 1,8 Milliarden Euro veranschlagten Baukosten wollen zwar Schweden, Dänemark, Norwegen und die baltischen Staaten übernehmen. Aber obwohl 17 europäische Länder, darunter Deutschland, bereits im Februar 2011 ein „Memorandum of Understanding“ unterschrieben haben, hat bislang nur Frankreich im vergangenen Oktober zugesagt, sich an der Finanzierung zu beteiligen. „Viele Länder und vor allem die deutsche Nutzergemeinschaft warten dringend auf ein starkes deutsches Commitment“, sagt Tobias Unruh, Physikprofessor an der Universität Erlangen-Nürnberg und Vorsitzender des Komitees für Forschung mit Neutronen (KFN), das mehr als tausend deutsche Neutronenforscher vertritt. Das KFN hat daher in einer Stellungnahme Anfang November auf die Rolle der Neutronenforschung für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen hingewiesen und eine starke deutsche Beteiligung an der ESS gefordert.<sup>8)</sup>



Auf der grünen Wiese nahe der südschwedischen Stadt Lund soll die Europäische Spallationsneutronenquelle (ESS) entstehen.

Im Gegensatz zu einem Forschungsreaktor entstehen bei einer Spallationsquelle die Neutronen, wenn Atomkerne eines Targets beim Beschuss mit Protonen eines Beschleunigers „zerplatzen“. Die ESS soll auf diese Weise Neutronenpulse erzeugen, deren Fluss den mittleren Fluss des Reaktors am Institut Laue-Langevin (ILL) in Grenoble um einen Faktor 30 übertrifft. In seiner Stellungnahme erläutert das KFN, wie es diese Neutronenpulse in Kombination mit der geplanten „innovativen Instrumentierung“ erlauben werden, Materialien für Wasserstoffspeicher in-situ während der Reaktion mit Wasserstoff zu beobachten, das Verständnis der Funktion von Proteinen signifikant zu vergrößern oder neuartige Quantenphänomene in Festkörpern zu untersuchen. Weitere Beispiele für die wissenschaftliche Attraktivität der ESS

reichen von Ingenieurwissenschaften und Informationstechnologie bis hin zu Chemie und Pharmazie. Natürlich decken auch Experimente an Röntgenquellen, die mit Neutronenquellen um Fördermittel konkurrieren, ein vergleichbar breites Spektrum ab. Aufgrund der besonderen Eigenschaften des Neutrons – keine elektrische Ladung, endliches magnetisches Moment und starke Wechselwirkung mit leichten Atomen – sind die Untersuchungen mit diesen beiden „Sonden“ jedoch häufig komplementär, und nur der gemeinsame Einsatz erlaube „eine umfassende Antwort auf die komplexen Fragestellungen der gesellschaftlichen Herausforderungen“.

Angesichts dieser Herausforderungen hält das KFN eine deutsche Beteiligung am Betrieb der ESS mit etwa 25 Prozent für notwendig, das entspricht dem deutschen Beitrag am ILL. Doch selbst wenn sich die

<sup>8)</sup> <http://sni-portal.uni-kiel.de/kfn/Archiv/Neutronenforschung-2013.pdf>