GEFÖRDERT DURCH DIE DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft
Sonderforschungsbereich 881 „Das Milchstraßensystem"
GEFÖRDERT DURCH DIE UNIVERSITÄT HEIDELBERG ZUKUNFT SEIT 1386

100 Jahre Allgemeine Relativitätstheorie

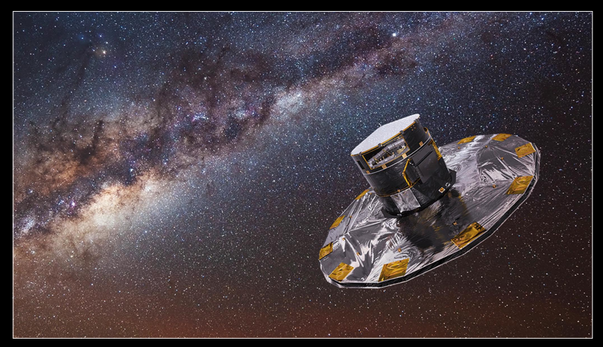
Einstein inside

Kosmologie vor unserer Haustür

Was uns die Erforschung der Milchstraße über das Universum als Ganzes verrät

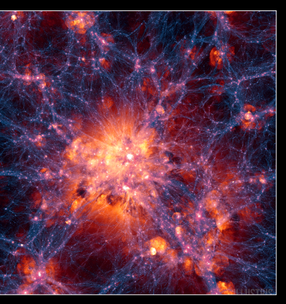
Das Universum expandiert, die Abstände zwischen fernen Galaxien nehmen mit der Zeit immer weiter zu. Früher waren die Abstände zwischen den Galaxien deutlich kleiner als jetzt.

Die heutigen Modelle der Kosmologie beruhen auf der Allgemeinen Relativitätstheorie Albert Einsteins, verbunden mit physikalischen Modellen für die Entstehung der Sterne und Galaxien. Sie beschreiben ein Universum, das vor 13,8 Milliarden Jahre aus einer extrem dichten, heißen Urknallphase hervorgegangen ist.



Der Astrometrie-Satellit Gaia führt seit Dezember 2013 hochpräzise Messungen der Positionen, Bewegungen und Entfernungen von mehr als einer Milliarde Sterne unserer Milchstraße durch. (Quelle: ESA)

Sternentstehungsgebiete wie NGC 3603 erlauben es, das Wechselspiel zwischen Sternen, Gas und Staub zu erforschen. (Quelle: NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team)



Simulationen der Galaxienentwicklung wie ILLUSTRIS helfen uns, die Geschichte des Universums zu verstehen. Die Abbildung mit einer Kantenlänge von 20 Millionen Lichtjahren zeigt Dunkle Materie (bläulich) und Wasserstoffgas (orange). (Quelle: Illustris Collaboration)

Wie verlief die kosmische Geschichte?

Wie entstanden im Anschluss daran die ersten Sterne und Galaxien? Wie entwickelten sich daraus die Sterne und die Galaxien, die wir heute um uns herum beobachten können?

Wichtige Teile der Antwort finden wir vor unserer eigenen Haustür. Von Masse, Größe und der Entstehungsgeschichte ihrer Sterne her ist unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, typisch für Galaxien im heutigen Universum.

Kosmischer Logenplatz

Von unserem Sonnensystem aus haben wir einen Logenplatz auf die physikalischen Prozesse der Galaxienentwicklung in unserer Milchstraße.

So können wir etwa überprüfen ob die Dunkle Materie, die Licht weder ausstrahlt noch absorbiert, in unserer Milchstraße so verteilt ist, wie es die bisherigen kosmologischen Rechnungen vorhersagen.

Sternproduktion einer Durchschnittsgalaxie

In unserer Milchstraße können wir außerdem erforschen:

- wie das galaktische Umfeld die Entstehung von Sternen ermöglicht und beeinflusst,
- wann und auf welche Weise aus kaltem Wasserstoffgas neue Sterne entstehen,
- wie sie das Gas in ihrer Umgebung aufheizen,
- wie massereiche Sterne am Ende ihres Lebens als Supernovae explodieren.

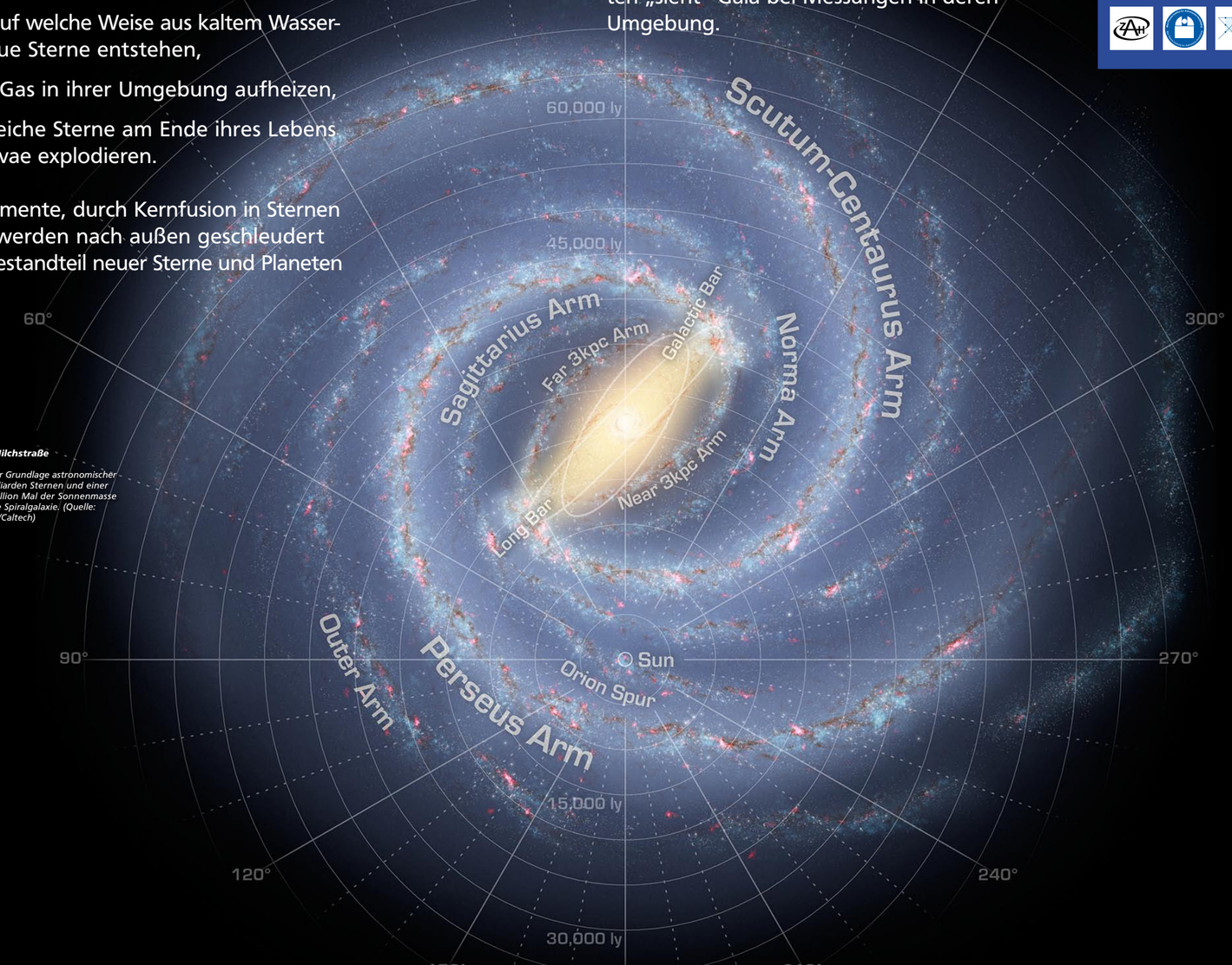
Chemische Elemente, durch Kernfusion in Sternen entstanden, werden nach außen geschleudert und können Bestandteil neuer Sterne und Planeten werden.

Galaktische Archäologie

Indem wir für möglichst viele Sterne in unserer Milchstraße Position, Bewegung, Alter und chemische Zusammensetzung bestimmen, können wir rekonstruieren, wie wann welche Strukturen in unserer Milchstraße entstanden sind.

Eine Schlüsselrolle dabei spielt die ESA-Satellitenmission Gaia, welche die Positionen, die Bewegungen und die Eigenschaften von mehr als einer Milliarde Sternen mit höchster Präzision bestimmen kann.

Die dafür erforderlichen äußerst präzisen Winkelmessungen müssen über den gesamten Himmel die Lichtablenkung an der Sonne aufgrund der Allgemeinen Relativitätstheorie berücksichtigen. Sogar die Ablenkung der Lichtstrahlen durch die größeren Planeten „sieht" Gaia bei Messungen in deren Umgebung.



Unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße

Künstlerische Darstellung auf der Grundlage astronomischer Messungen. Mit 200 bis 300 Milliarden Sternen und einer Gesamtmasse von rund einer Billion Mal der Sonnenmasse ist die Milchstraße eine typische Spiralgalaxie. (Quelle: NASA, JPL-Caltech, R. Hurt/SSC/Caltech)

SFB 881

Sonderforschungsbereich SFB 881 Heidelberg

Aus Beobachtungen vor unserer kosmischen Haustür können wir Erkenntnisse über die Kosmologie, über das Universum im Großen ableiten:

- *Wie entstehen eigentlich Spiralgalaxien?*
- *Welche Rolle spielen die von dunkler Materie dominierten kleinen Begleitgalaxien?*
- *Welche Vorgänge führen zur Bildung immer neuer Sterne?*

Das sind einige der Fragen, denen sich der Sonderforschungsbereich 881 „Das Milchstraßensystem" an der Universität Heidelberg seit Anfang 2011 widmet.

Der SFB 881 ist am Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg (ZAH) beheimatet. Neben den drei astronomischen Instituten des ZAH sind zwei nicht-universitäre Forschungsinstitute beteiligt: das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) und das Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS). Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit finden in Partnerschaft mit dem Haus der Astronomie (HdA) statt.

Sonderforschungsbereiche werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für bis zu zwölf Jahre gefördert. Sie ermöglichen es den beteiligten Hochschulen und Forschungseinrichtungen, im Rahmen eines übergreifenden und wissenschaftlich exzellenten Forschungsprogramms an einem hoch aktuellen wissenschaftlichen Schlüsselthema zusammenzuarbeiten.

Design: www.gd90.de