

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 68 (2010)  
**Heft:** 360

**Artikel:** Europas Blick ins All : Herschel liefert erste Resultate  
**Autor:** Benz, Arnold O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-898007>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

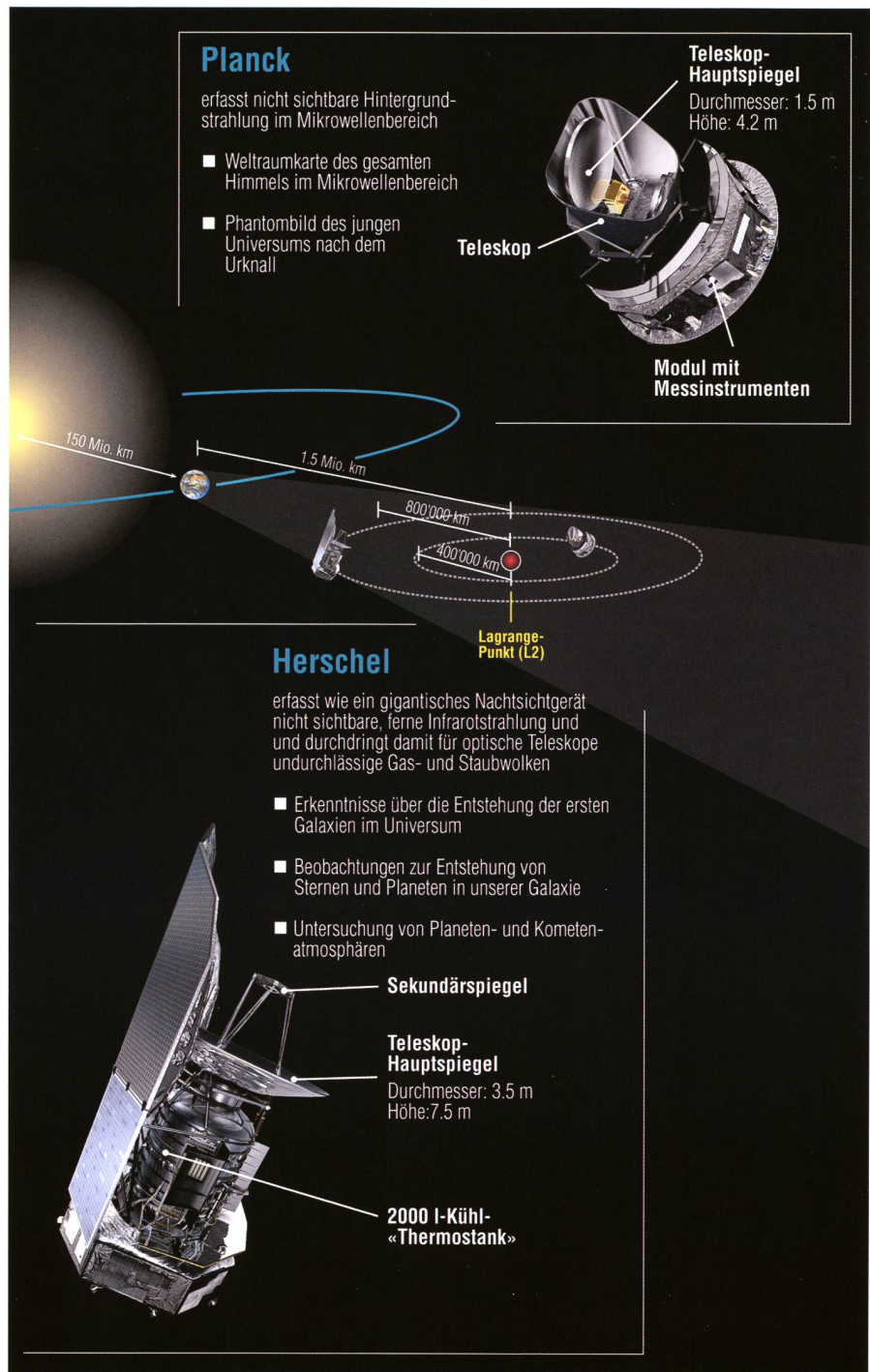
Europas Blick ins All

# Herschel liefert erste Resultate

■ Von Arnold O. Benz, ETH Zürich

Nach jahrelanger Verzögerung und zum Teil schwierigem Aufstarten funktioniert das europäische Herschel Weltraumobservatorium ausgezeichnet. Ende Juli 2010 war der Einsendeschluss für erste Resultate. Wie erwartet hat das neue Observatorium mit seinen drei Instrumenten eine Fülle von neuen Erkenntnissen geliefert. Die rund 200 «First Results»-Artikel sind unmöglich zusammenzufassen. Sie reichen von Beobachtungen von Galaxien im frühen Universums bis zu den Planeten unseres Sonnensystems.

Herschels neues Fenster ins Universum zwischen Infrarot und Millimeterwellen eignet sich vor allem zum Beobachten von sehr kalten Objekten. Dank des grossen Spiegels kann zum Beispiel die frühe Phase der Sternentstehung erstmals im Detail verfolgt werden. Es zeigte sich schon in einem der ersten Bilder, dass Sterne nicht an zufälligen Orten in Molekülwolken entstehen. Die vorstellbaren Wolkenkerne sind vielmehr kettenartig aufgereiht in Filamenten. Diese Filamente aus dichtem Gas und Staub bilden eine neue, noch unerklärte Zwischenstufe im Entstehungsprozess. Die Modelle zum Entstehen von Wolkenstrukturen und ihrem Kollaps, die bislang von einem kugelsymmetrischen Vorgang ausgingen, müssen sich in Folge dieser neuen Erkenntnisse grundlegend ändern.

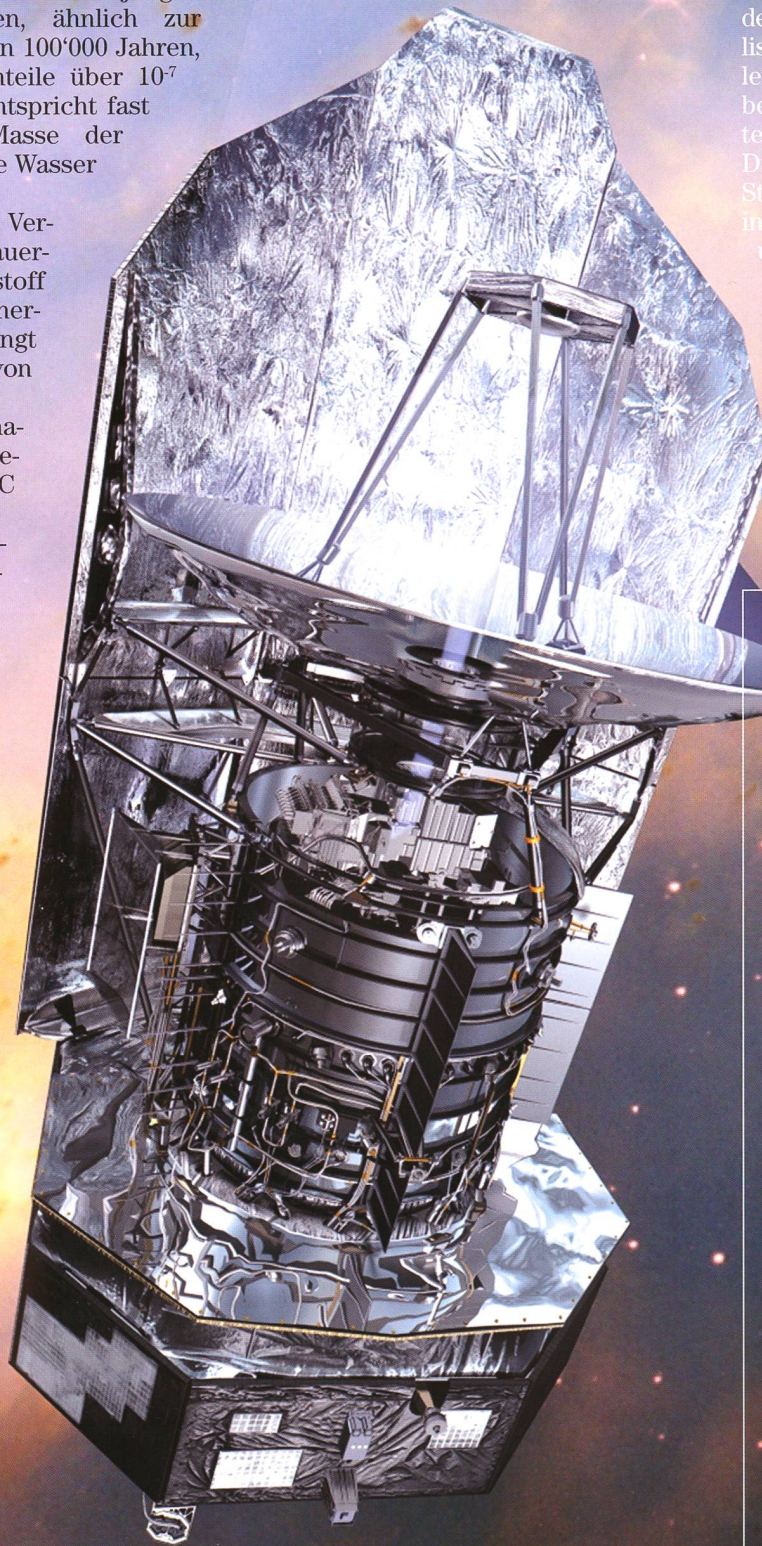


Das Herschel Space Observatory, kurz Herschel, ist der Name eines von der ESA entwickelten 3,4 t schweren Infrarotweltraumteleskops, das zusammen mit dem Planck-Weltraumteleskop mit einer Ariane-Rakete vergangenes Jahr am 14. Mai 2009 gestartet wurde. Das Teleskop ist im Lagrange-Punkt L2 des Erde-Sonne-Systems positioniert und wurde nach dem Entdecker der Infrarotstrahlung WILHELM HERSCHEL benannt. Das Projekt startete bereits 1984 unter dem Namen Far Infrared and Submillimetre Telescope (FIRST).

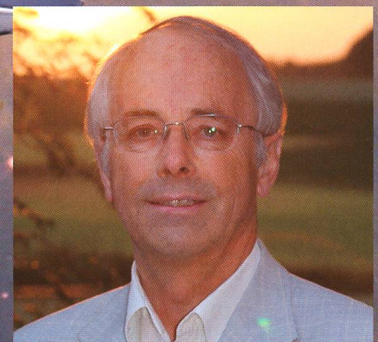
Das zweite Projekt «Planck» wurde 1996 begründet und entstand in Zusammenarbeit von 40 europäischen und 10 amerikanischen Instituten mit der ESA. Das 1921 kg schwere Planck-Teleskop wurde zusammen mit dem Infrarotteleskop Herschel durch eine Ariane 5 ECA in den Weltraum gebracht. Nach dem Brennschluss der Oberstufe wurden der Planck-Satellit um 13:40 UTC wenige Minuten nach dem Herschel-Teleskop auf einer hochelliptischen Erdumlaufbahn zwischen 270 und 1'197 080 km Höhe, die 5,99° zum Äquator geneigt ist, ausgesetzt, von der aus er mit einem kleinen Bahnmanöver seine Lissajous-Bahn um den Lagrange-Punkt L2 des Erde-Sonne-Systems erreichte. Nachdem die Instrumente kalibriert worden waren, fing das Teleskop am 13. August 2009 mit der regelmässigen Beobachtung an.

Gespannt war man auf die Beobachtung des Wassermoleküls, das vom Boden aus nicht beobachtbar ist, aber eine wichtige Rolle nicht nur in der Entwicklung des Lebens, auch beim Entstehen von Sternen und Planeten spielt. Wasser wurde von Herschel in grossen Mengen beobachtet. In den Hüllen von jungen stellaren Objekten, ähnlich zur Sonne im Alter von 100'000 Jahren, wurden Massenanteile über  $10^{-7}$  gemessen. Dies entspricht fast der gesamten Masse der Erde. Wie das viele Wasser entsteht, ist umstritten. Die Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff hat einen hohen Energiepreis und verlangt Gastemperaturen von über  $-20^{\circ}\text{C}$ . Molekülwolken haben jedoch Temperaturen von  $-200^{\circ}\text{C}$  oder weniger. Daher wird vermutet, dass sich Sauerstoff und Wasserstoff katalytisch auf Staubkörnchen zu Wassermolekülen verbinden, die festgefroren bleiben und erst in der Nähe des Protosterns verdunsten. Nicht nur gewöhnliches Wasser hat Herschel entdeckt, eine neue Phase von Wasser, ionisiertes Wasser, wurde nachgewiesen. Wird Wasser von UV- oder

Röntgenstrahlen getroffen, kann es ein Elektron verlieren und zu  $\text{H}_2\text{O}^+$  werden. Ionisiertes Wasser entsteht noch häufiger aus ionisiertem Sauerstoff, der sehr leicht mit dem Wassermolekül,  $\text{H}_2$ , reagiert. In beiden Fällen ist das neue Molekül ein Indikator für ionisierende Strahlung. Ionisation bewirkt einschneidende Veränderungen in den physikalischen Eigenschaften von Sternhüllen und protoplanetarischen Scheiben. Ein auch nur schwach ionisiertes Gas reagiert auf Magnetfelder. Diese werden in allen Modellen von Sternentstehung für Instabilitäten in protoplanetarischen Scheiben und zur Beschleunigung von Jets voausgesetzt. Weil Vorgänge im ionisierten Gas schon seit langem an der ETH Zürich erforscht werden, wurde  $\text{H}_2\text{O}^+$  systematisch gesucht. Das Molekül ist in Sternentstehungsgebieten so häufig, dass es auf Anhieb entdeckt wurde. Wenn  $\text{H}_2\text{O}^+$  mit Wassermolekülen



### Arnold O. Benz



ARNOLD BENZ, geboren 1945, Professor für Astrophysik an der ETH Zürich hat den Schweizer Beitrag an das Herschel Instrument Heterodyne Instrument for the Far-Infrared (HIFI) geleitet, in dem Hardware und Software an der ETH, FHNW und Schweizer Industrie entwickelt wurden. Er leitet nun die Beobachtungen mit Herschel und ihre Interpretation im Rahmen seiner Forschungsgruppe. ARNOLD BENZ ist auch bekannt für sein Lehrbuch über Plasma-Astrophysik (2002) und seine allgemeinverständlichen Bücher. Jüngst erschienen «Das geschenkte Universum» (2009), das sich mit religiösen Fragen im modernen Weltbild auseinandersetzt.

*Künstlerische Darstellung vom Weltraumobservatorium Herschel  
(Quelle: ESA)*

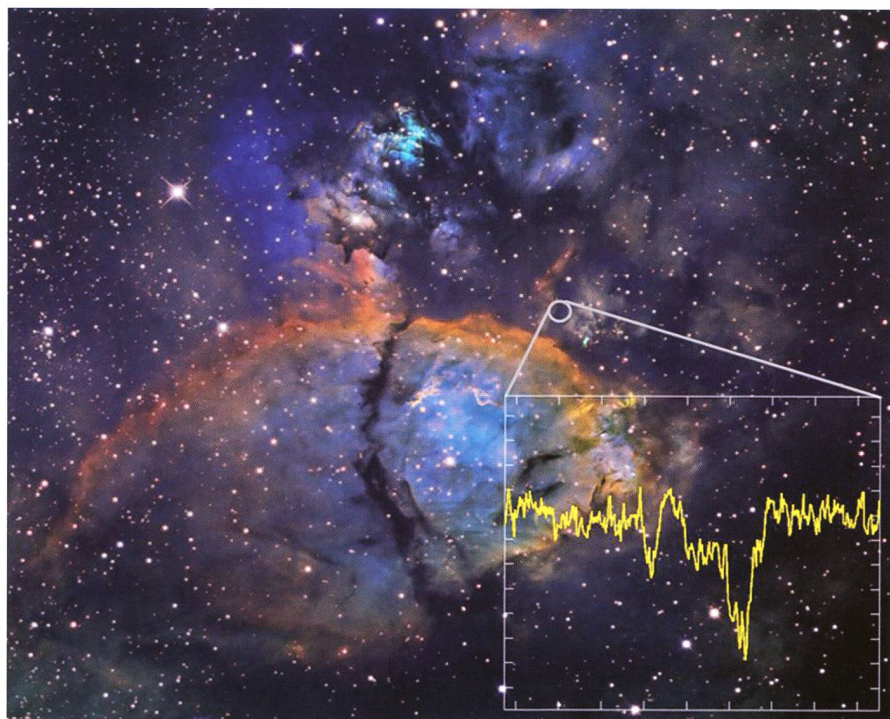
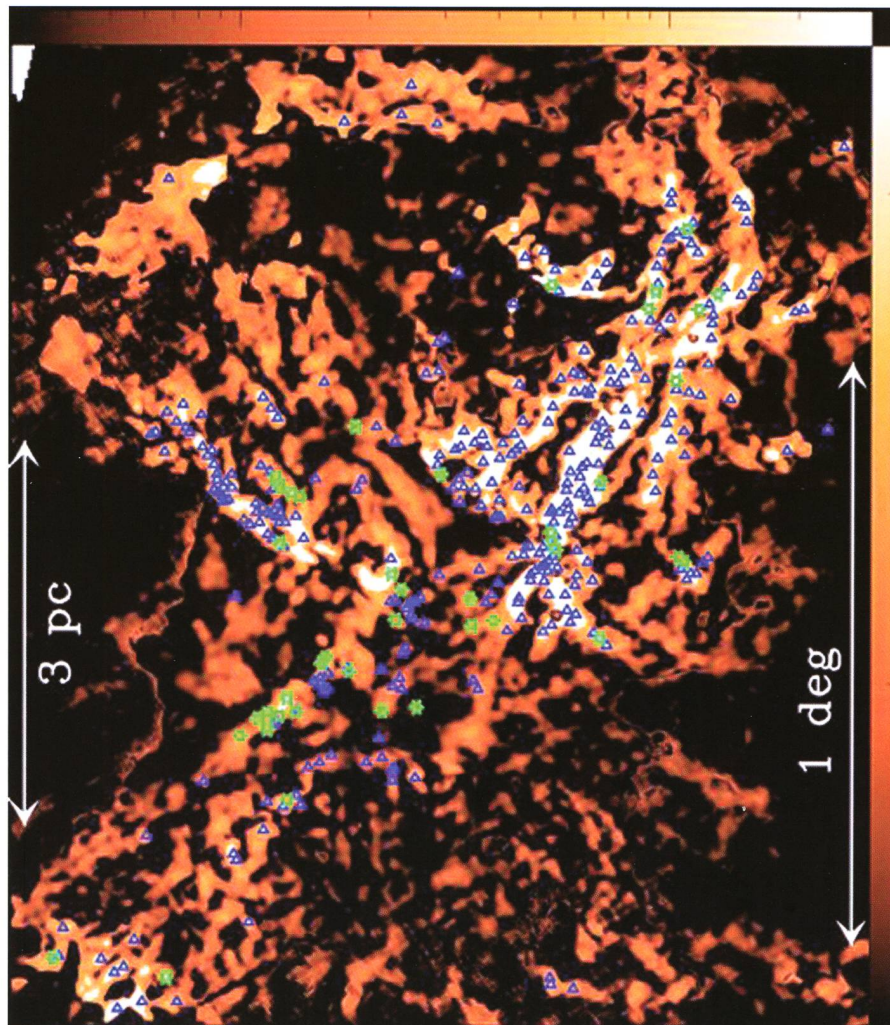
Das kontrastverstärkte Herschel-Bild im fernen Infrarot der Molekülwolke in Aquila zeigt Filamentstruktur. Die vorstellaren Kerne (blaue Dreiecke) und jungen stellaren Objekte (grüne Sternchen) befinden sich in Filamenten (Bild: ESA, Philippe André).

reagiert und ein Elektron ergattern kann, wird es zu gewöhnlichem Wasser. Damit eröffnet sich eine weitere Möglichkeit zum Entstehen von Wasser: In warmem, stark bestrahltem Gas in der Nähe von Protosternen kann sich Sauerstoff vom Kohlenstoff lösen und zu Wasser werden. Wasser ist daher ein wichtiger Entwicklungsmarker der frühstellaren Vorgänge. Bis das Wasser in unsere Zahn- und Biergläser kam, musste es einen langen und abwechslungsreichen Weg zurücklegen, den wir dank Herschel nun langsam enträtseln können.

**Arnold O. Benz**  
 Institut für Astronomie, ETH Zürich

## Wo liegen die Lagrange-Punkte?

Bei den Lagrange- oder Librationspunkten handelt es sich um Gleichgewichtspunkte des Dreikörperproblems, das darin besteht, eine Lösung für den Bahnverlauf von drei Körpern unter dem Einfluss ihrer gegenseitigen Anziehung (Gravitation) zu finden. An diesen, nach dem italienischen Astronomen und Mathematiker JOSEPH-LOUIS DE LAGRANGE benannten Punkten heben sich die Gravitationskräfte benachbarter Himmelskörper und die Zentrifugalkraft der Bewegung gegenseitig auf, womit jeder der drei Körper in seinem Bezugssystem kräftefrei ist und bezüglich der anderen beiden Körper immer denselben Ort einnimmt. Drei der fünf Lagrangepunkte liegen auf der Verbindungslinie der anderen beiden Körper, der vierte und fünfte bilden mit diesen beiden Körpern jeweils die Eckpunkte eines gleichseitigen Dreiecks. Der innere Lagrangepunkt L1 dient als «Basis» zur Sonnenbeobachtung, um L2 herum kreisen nun Planck und Herschel.



Herschel hat erstmals ionisiertes Wasser entdeckt an einem Ort, wo ein neuer Stern, W3 IRS5 im Sternbild des Perseus, in 5000 Lichtjahren Entfernung entsteht. Die gelbe Kurve zeigt die charakteristische Signatur des neuen Moleküls als Absorption im Spektrum. Der Geburtsort des Sterns liegt in einer dichten Gashülle und ist im Hubble-Bild (Hintergrund) nicht sichtbar. (Bild: ESA, Arnold Benz)