

**INTERNATIONALES
ASTRONOMIEJAHR 2009**

ASTRONOMIE IN DER SCHWEIZ



TITELBILD

Bild des wunderschönen Kugelsternhaufens Omega Centauri, welcher 10 Millionen Sternen beherbergt und 17'000 Lichtjahre entfernt ist, mit der WFI Kamera des 2.2m Teleskops an der ESO Sternwarte in La Silla aufgenommen. Nur der Zentralteil des Kugelsternhaufens ist hier abgebildet. (ESO/EIS)

**SONNENPHYSIK UND
STRAHLUNG, ERDKLIMA**

*Sonne in ultra-violetter Strahlung
(304 Å), am 8. Januar 2002. Riesige
Gasausstöße werden durch die starke
Sonnenaktivität hervorgerufen.*

(SATELLITE SOHO, ESA)

INTERNATIONALES ASTRONOMIEJAHR 2009

(THE INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY, IYA2009)

Catherine Cesarsky

Präsidentin der International Astronomical Union

Die *International Astronomical Union* (IAU) hat das Jahr 2009 unter der Bezeichnung „*Das Weltall: Du lebst darin – entdecke es!* (*The Universe, Yours to Discover*)“ zum Internationalen Jahr der Astronomie (IYA2009) erkoren. Das IYA2009 markiert den 400. Jahrestag der ersten astronomischen Beobachtungen von Galileo Galilei durch ein Fernrohr. Vorgesehen ist eine weltweite Feier der Astronomie und ihrer Beiträge zu Gesellschaft und Kultur, mit starken Einflüssen auf das Bildungswesen und unter Einbeziehung der breiten Öffentlichkeit, insbesondere der jungen Menschen. Während des gesamten Jahres 2009 werden auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene diesbezügliche Veranstaltungen stattfinden. Die UNESCO unterstützt das Projekt IYA2009, und die Vereinten Nationen haben am 20. Dezember 2007 das Jahr 2009 zum Weltjahr der Astronomie erklärt.

Die Astronomie ist eine der ältesten Grundwissenschaften. Sie hat immer noch einen starken Einfluss auf unsere Kultur und ist ein starker Ausdruck der menschlichen Intelligenz. In den letzten Jahrzehnten wurden ungeheuerere Fortschritte erzielt. Vor einem Jahrhundert wussten wir fast nichts über die Milchstraße. Heute wissen wir, dass unser Universum aus vielen Milliarden Galaxien besteht und dass sein Ursprung etwa 13,7 Milliarden Jahre zurückliegt. Vor hundert Jahren konnten wir überhaupt noch nicht wissen, ob unser Sonnensystem im Universum einzigartig ist. Heute kennen wir mehr als 300 Planeten im Umkreis anderer Sterne innerhalb unserer Galaxie und beginnen zu begreifen, wie das Leben auf der Erde entstanden ist. Vor einem Jahrhundert konnte der Himmel lediglich mit optischen Teleskopen und Fotoplatten studiert werden. Heute beobachten wir das Univer-

sum von der Erde und vom Weltraum aus unter Einsatz modernster Spitzentechnologie – von den Radiowellen bis hin zu den Gammastrahlen. Das Interesse der Medien und der Öffentlichkeit für die Astronomie war noch nie so groß wie heute, und die Zeitungen in der ganzen Welt berichten in ihren Schlagzeilen von den zahlreichen bedeutenden Entdeckungen. Das IYA2009 dürfte aufgrund der sachbezogenen Informationen und der Präsenz von Wissenschaftlern dem Interesse der Öffentlichkeit voll und ganz entsprechen.

Es gibt viele Gelegenheiten für jeden Einzelnen, an den im Rahmen des IYA2009 organisierten Veranstaltungen teilzunehmen, von denen einige weltweit und Tausende andere auf nationaler oder regionaler Ebene stattfinden.

Die IAU, die UNESCO und sämtliche angeschlossenen Organisationen wünschen allen ein abwechslungsreiches Weltjahr der Astronomie mit zahlreichen astronomischen Erlebnissen! |

FUNDAMENTALASTRONOMIE

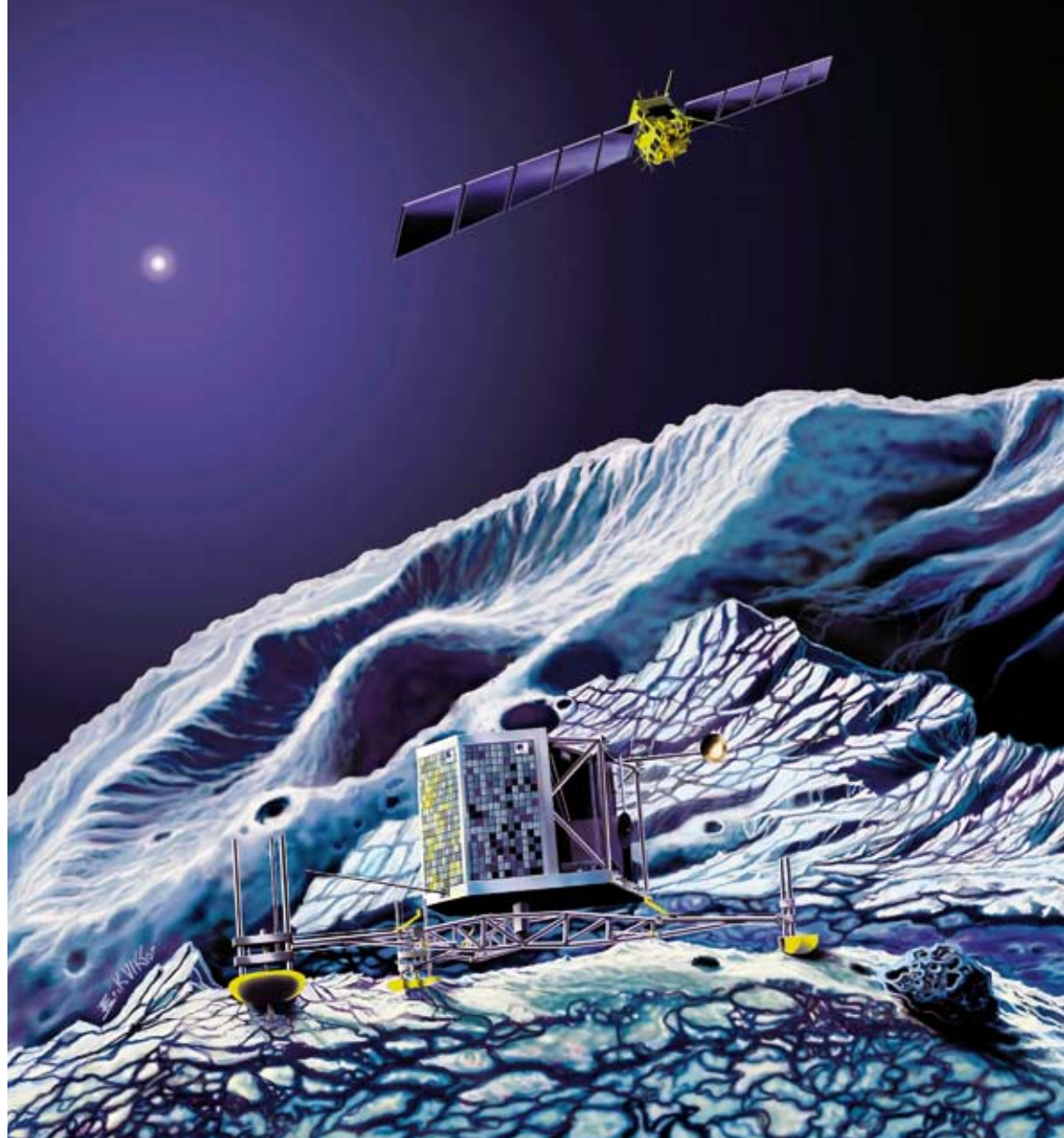
Der dunkle Fleck zeigt die Zone einer totalen Sonnenfinsternis auf der Erde, gesehen von Astronauten an Bord der MIR Raumstation am 11. August 1999. (MIR 27, CNES)



WELTRAUMFAHRTMISSIONEN UND INSTRUMENTIERUNG, SONNENSYSTEM

Die im März 2004 gestartete Raumsonde ROSETTA wird den Kometen Churyumov Gerasimenko im August 2014 erreichen. Das ROSETTA Landefahrer wird zum ersten Mal eine kontrollierte Landung auf einem Kometen durchführen.

(ESA)



IYA2009 IN DER SCHWEIZ

Mauro Dell'Ambrogio

Staatssekretär für Bildung und Forschung

Im Rahmen des Eidgenössischen Departements des Innern ist das *Staatssekretariat für Bildung und Forschung* SBF für das allgemeine Bildungswesen und die Universitäten sowie die Forschung und den Weltraum auf nationaler und internationaler Ebene zuständig. Das SBF hat die politische Aufgabe, die Programme im Bereich der Wissenschaft, der Forschung, der Universitäten und des Weltraums in der Schweiz zu fördern und umzusetzen.

Das SBF ist für die Verwaltung der Schweizer Beteiligung an den internationalen Forschungsorganisationen, den europäischen oder weltweiten Programmen und den Kooperationsprojekten zuständig, und es übernimmt deren finanzielle Verpflichtungen. Die Bemühungen der Schweiz um die Einbindung ihrer Forschergemeinschaft in die internationalen Kooperationsprogramme begann 1953 mit der starken Unterstützung des Landes bei der Gründung der *European*

Laboratory for Particle Physics (CERN) in Genf. Seitdem hat diese Beteiligung unablässig zugenommen.

Die internationalen Forschungsorganisationen – wie die ESO (*European Southern Observatory*) – sind Ausgangspunkt zahlreicher bedeutender Entdeckungen auf dem Gebiet der Wissenschaft und Technik. Durch den Abschluss internationaler Abkommen über die Beteiligung an diesen weltweit tätigen Organisationen stellt der Bund sicher, dass die Forscher des Landes sich an den multilateralen Kooperationen beteiligen können. Sie haben dadurch Zugang zu den modernen Infrastrukturen, deren Kosten von unserem Land allein nicht getragen werden



SONNENSYTEM

Hale-Bopp Komet am 30. März 1997 mit seinem Gasschweif (blau) und Staubschweif (braun).

(MANUEL JUNG, SAG)

können. Diese Zusammenarbeit ist besonders notwendig in den Bereichen Astronomie, Teilchen- oder Hochenergiephysik und Raumfahrt. Seit 1982 beteiligen sich die Schweizer Astronomen erfolgreich an den Aktivitäten der ESO, der wichtigsten europäischen Organisation für Astronomie.

Die Astronomie ist eine der ältesten und weltweit anerkanntesten Wissenschaften, deren Wurzeln in der Faszination für die Schönheit des Nachthimmels liegen. Im Laufe der Jahrhunderte haben sich die Astronomie und Astrophysik zu einer Wissenschaft entwickelt, bei der die Theorie durch genaue Messungen streng überprüft wird. Umgekehrt kann die astronomische Beobachtung auch genutzt werden, um die Konzepte der Grundlagenphysik zu präzisieren oder gar zu revolutionieren.

Das Weltjahr der Astronomie 2009 ist eine globale Feier der Astronomie und ihrer Beiträge zu Gesellschaft und Kultur im Zusammenhang mit dem 400. Jahrestag der erstmaligen Verwendung eines astronomischen Fernrohrs durch Galileo Galilei. Die Schweiz unterstützt die Erklärung der Vereinten Nationen, die im Anschluss an die Initiativen der *International Astronomical Union* und der UNESCO das Jahr 2009 zum Weltjahr der Astronomie proklamiert.

Während des IYA2009 werden weltweit Anstrengungen unternommen, um das Interesse der breiten Öffentlichkeit, und insbesondere der jungen Menschen, für die Astronomie zu wecken. Die dazu geplanten Veranstaltungen sollen den Bürgern der Welt helfen, ihren Platz im Universum neu zu entdecken. Jeder soll den Einfluss der Astronomie und der anderen Grundwissenschaften auf unser Alltagsleben erkennen und verstehen, wie die wissenschaftlichen Kenntnisse zu einer gerechteren und im Frieden lebenden Gesellschaft beitragen können. Die Aktivitäten des IYA2009 finden auf lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Ebene statt. Die Schweiz beteiligt sich vollumfänglich an vielen Programmen, die eine Zusammenarbeit zwischen den professionellen Astronomen und den Amateuren, den wissenschaftlichen Zentren, Lehrern, Medien und der breiten Öffentlichkeit vorsehen.

Ich bin davon überzeugt, dass die geleistete Vorarbeit das IYA2009 zu einem angenehmen und herausragenden Ereignis macht, um den 400. Jahrestag des Fernrohrs von Galileo Galilei gebührend zu feiern. Ich hoffe, dass das Weltjahr der Astronomie die Aufmerksamkeit und den Erfolg erfährt, den es verdient. |

VON GALILEI ZUM IYA2009

Gilbert Burki & Pierre Dubath

Université de Genève

Schweizer Organisationskomitee für das IYA2009

„**O**bwohl mir deutlich gemacht wurde, dass diese meine Lehre der Heiligen Schrift entgegensteht, habe ich ein Buch geschrieben und drucken lassen, in dem ich dargelegt habe [...], dass die Sonne unbeweglich in der Mitte der Welt steht und dass die Erde nicht das Zentrum ist, sondern sich bewegt“. Galilei ist 70 Jahre alt, als er diese Worte ausspricht, bevor er am 22. Juni 1633 vom Heiligen Offizium zu lebenslanger Haft verurteilt wird. Es ist das unglückliche Ende eines langen Kampfes zwischen Galileo Galilei, der die heliozentrische Sicht des Sonnensystems von Kopernikus vertritt, und den höchsten Organen der katholischen Kirche. Der erzwungene Widerruf und das gegen ihn ergangene Urteil tragen dazu bei Galileo Galilei – über seine außergewöhnlichen Entdeckungen hinaus – zu einem Wissenschaftler mit unvergleichlichem Format zu machen: dies dank der Qualität seiner Beobachtungen und intelligenten Interpretationen, aber auch aufgrund der Hartnäckigkeit, mit der er der „Wahrheit“ zum Sieg verhelfen will.

In dem ereignisreichen Leben von Galileo Galilei hat das Jahr 1609 eine ganz besondere Bedeutung, ist dies doch der Beginn seiner astronomischen Beobachtungen, denen er seine Berühmtheit als Wissenschaftler zu verdanken hat, die ihm aber gleichzeitig viel Ärger einbrachten. Innerhalb weniger Monate baut Galileo Galilei seine eigenen astronomischen Fernrohre¹, unternimmt zahlreiche Beobachtungen und zieht daraus Schlüsse, die unsere Kenntnisse über den Kosmos revolutionieren sollten. Die Wahl des Jahres 2009 als Weltjahr der Astronomie markiert somit den 400. Jahrestag des Beginns der Betrachtung des Weltalls mit Hilfe anderer Instrumente als dem bloßen Auge. Die sehr zahlreichen und bedeutenden astronomischen Entdeckungen, die im Laufe der letzten vier Jahrhunderte – zum großen Teil dank der technischen Fortschritte – aufeinander folgten, zeigen eindeutig, dass die Monate des eifrigen astronomischen Forschens, die Galileo Galilei Ende 1609 und in den folgenden Jahren erlebte, Ausgangspunkt einer bedeutenden wissenschaftlichen und philosophischen Revolution waren.

Das durch Umfang und Tiefgang beeindruckende Werk von Galileo Galilei geht weit über seine Pionierarbeiten in der Beobachtungsastronomie hinaus. Er ist noch keine 20 Jahre alt (er wurde 1564 geboren), als er den Isochronismus der Schwingungen des Pendels beschreibt. In den 25 folgenden Jahren entdeckt, erfindet oder

¹ Die von Galileo Galilei gebauten Instrumente sind mit zwei Linsen gefertigt, dem Objektiv und dem Okular, und werden Fernrohr genannt. Die Erfindung des Teleskops, welches aus zwei Spiegeln besteht, wird meist Isaac Newton im Jahre 1671 zugeschrieben.

perfektioniert er die hydrostatische Waage, den Pulsmesser, die Zykloide (mathematische Kurve), den Proportionszirkel (Vorläufer des Rechenschiebers), die Wasserpumpe, das Thermoskop (erstes Thermometer) und die Magnetanker. Zudem untersucht er die Gesetze der Mechanik, den Fall und die Bewegung der Körper. Im Dezember 1604 beobachtet er mit bloßem Auge eine Nova, einen neuen Stern, dessen plötzliche Erscheinung beweist, dass der Himmel sich verändern kann.

Im Laufe dieser Jahre, die er vor allem in Padova verbringt (1592-1610), perfektioniert Galileo Galilei sein technisches Geschick durch den Bau oder die Vervollkommnung dieser unterschiedlichen Instrumente. Sein technischer Einfallsreichtum wird durch den Erfolg der astronomischen Fernrohre gekrönt, die er ab Mai 1609 konstruiert. Das Prinzip der Lupe, die aus einer dicken Glaslinse besteht, war seit dem 11. Jahrhundert bekannt, und die ersten Brillen für Weit-sichtige gab es seit dem Ende des 13. Jahrhunderts. Das erste Instrument aus zwei Linsen, dem Objektiv und dem Okular, mit dem ein entfernter Gegenstand vergrößert werden kann, soll erstmals 1590 von einem italienischen Handwerker gebaut und dann von Optikern in den Niederlanden nachgebaut worden sein. Galileo Galilei erfährt im Frühjahr 1609 von der Existenz eines solchen Instruments. Man weiß nicht, ob er selbst eines in den Händen hielt, aber er interessierte sich sofort für dieses Fernrohr und baute eine ganze Serie davon, wobei er die Vergrößerung und die Qualität der Bilder zunehmend verbesserte. Galileo

PLANETENENTSTEHUNG UND ENTWICKLUNG

Mondkrater in der Nähe des so genannten Terminators, der Tag-Nacht-Grenze auf dem Mond. Beobachtung vom Sternenbergr (Zürcher Oberland).

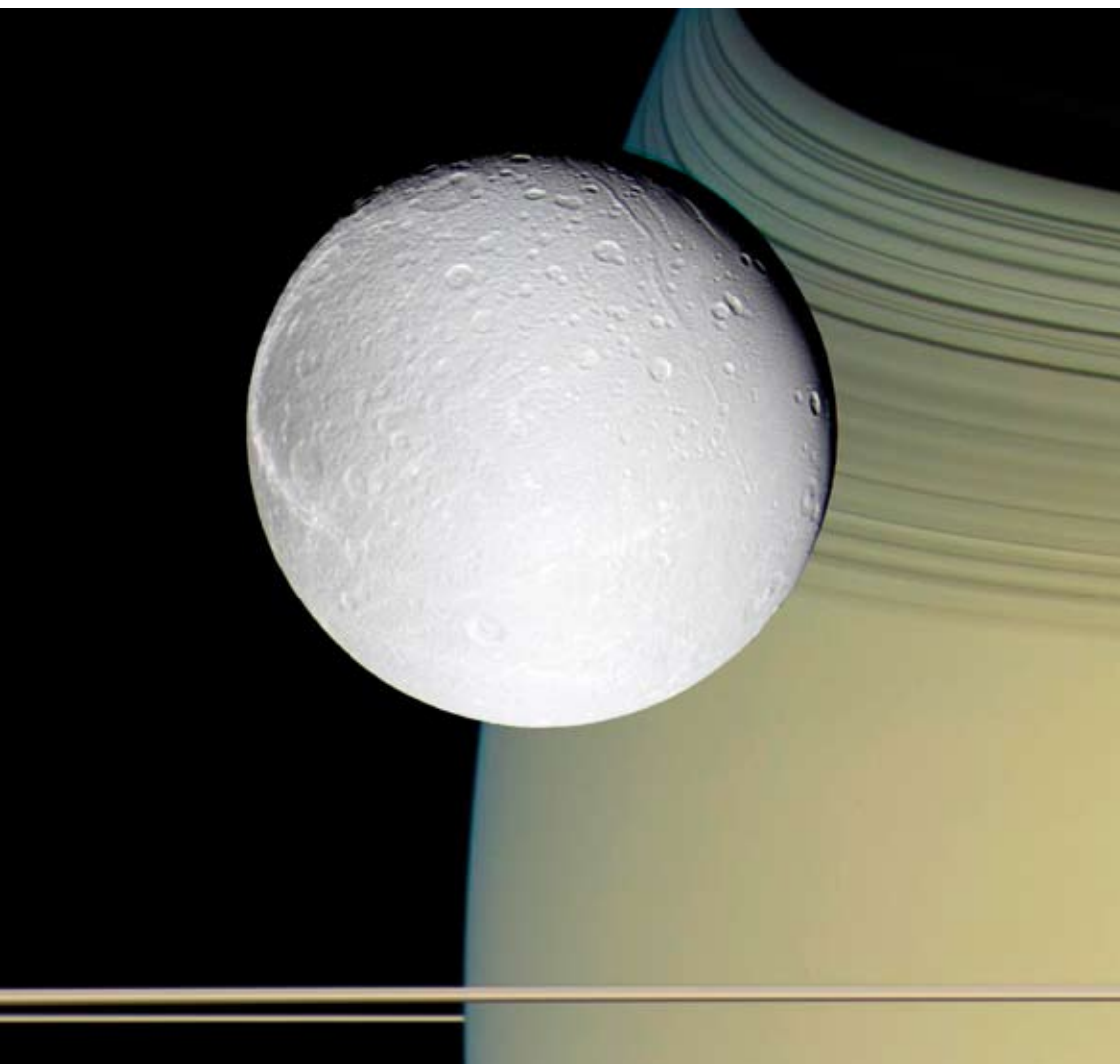
(JAN DE LIGNIE, SAG)



Galilei hatte nicht die Gesetze der geometrischen Optik studiert, die erst kurze Zeit vorher bekannt wurden (Della Porta 1593; Kepler 1604). Dank seiner Intuition und mehreren Anpassungen gelang es ihm, qualitativ recht gute Fernrohre für seine astronomischen Beobachtungen herzustellen.

Galileo Galilei begann im September 1609 mit seinen astronomischen Beobachtungen. Am Ende des gleichen Jahres konnte er bereits seine ersten Ergebnisse verkünden: Der Mond hat eine ähnliche Form wie die Erde, insbesondere auch mit Bergen, und die rätselhafte Milchstraße ist auf die Anhäufung des Lichts zahlreicher schwacher Sterne zurückzuführen. Am 7. Januar 1610 entdeckte er die Jupitermonde: zunächst drei, dann am 13. Januar den vierten. Vor allem bei der Beobachtung Jupiters Nacht für Nacht stellte er fest, dass sich die „neuen Himmelskörper“ im Vergleich zum Planeten bewegen. Aller Wahrscheinlichkeit nach kam er am 15. Januar auf den Gedanken, dass es sich bei diesen Körpern um die Jupitermonde handeln könnte.

Am 25. Juli 1610 entdeckte er, dass Saturn eine eigenartige Erscheinung ist, mit zwei Lichtflecken beiderseits des Planeten. 50 Jahre später entdeckte Charles Huygens mit seinen verbesserten Instrumenten, dass Galileo Galilei ein „falsches“ Bild der Saturnringe gesehen hat. Im August 1610 entdeckte Galilei dunkle Flecken auf



PLANETOLOGIE

Die Raumsonde Cassini hat dieses aussergewöhnliche Bild von Dione, eines der sechzig Saturnmonde, „geschossen“. Ein Teil von Saturn ist im Hintergrund sichtbar. Die Saturnringe, sowie deren Schatten auf der Planetenoberfläche sind im unteren Teil des Bildes zu erkennen.

(CASSINI IMAGING TEAM, SSI, JPL, ESA, NASA)

der Oberfläche der Sonne, und im September des gleichen Jahres beobachtete er erstmals die Phasen des Planeten Venus, die den Mondphasen ähneln. Seit seinen ersten astronomischen Beobachtungen ist gerade erst ein Jahr vergangen. Eine derartige Folge von Entdeckungen, die alle Vorstellungen (oder Vorurteile) über die untersuchten Objekte – Mond, Milchstraße, Saturn, Sonne, Venus – und darüber hinaus die Vision von der Welt in Frage stellen, ist in der gesamten Geschichte der Wissenschaften einmalig. Wenn man hinzufügt, dass Galileo Galilei außerdem im März 1610 seine Entdeckungen im *Sidereus Nuncius* (Botschafter der Sterne) veröffentlichte und im Juli von Padua nach Firenze umzog, kann man annehmen, dass er ein sehr ereignisreiches Jahr erlebt hat!

Die erwähnten astronomischen Beobachtungen von Galileo Galilei sind die bekanntesten, aber er hat natürlich noch weitere Entdeckungen gemacht; schließlich verbrachte er Hunderte von Stunden mit der Beobachtung des Himmels. Im September 1612 beispielsweise hat er wahrscheinlich Neptun beobachtet, während sich der zukünftige achte Planet, der offiziell erst 1846 von Johann Galle entdeckt wurde, im gleichen Sichtfeld wie die Monde des Jupiters befand. Ähnlich wie die Milchstraße hat er auch die kosmischen Nebel beobachtet und dabei festgestellt, dass einige von ihnen aus unzähligen Sternen bestehen.

Die oben erwähnten Beobachtungen von Galileo Galilei hatten alle Auswirkungen, welche an den Grundfesten unserer Sicht vom Kosmos rüttelten. Mit der Entdeckung der Mondberge, deren Höhe Galileo Galilei sogar gemessen hat, und der Sonnenflecken und ihrer Bewegung wurde die Perfektion der „supralunaren“ Welt (einschließlich des Mondes) in Frage gestellt, da diese Welt nicht mehr nur aus perfekten geometrischen Formen (Kugeln) besteht. Mit der Beschreibung der Milchstraße und der Entdeckung der kosmischen Nebel erweiterte sich die Komplexität unserer Welt. Mit den Jupitermonden wurden neue Körper im Sonnensystem entdeckt, die sich zudem nicht um die Erde drehen. Aufgrund der eigenartigen Beschaffenheit des Saturn wurde erneut an der Kugelform der Planeten gezweifelt, und anhand der Venusphasen wurde der Nachweis erbracht, dass sich dieser Planet um die Sonne – und nicht um die Erde – dreht; für Galileo Galilei war dies ein neuer Beweis für die Richtigkeit des heliozentrischen Modells von Kopernikus.

Die Entdeckungen von Galileo Galilei sind das Ergebnis sehr einfacher Beobachtungen, die heute mit wenig kostspieligen Instrumenten – Fernglas, astronomisches Fernrohr oder kleines Teleskop – leicht nachvollzogen werden können. Das Weltjahr der Astronomie ist eine Aufforderung dazu, die Emotionen von Galileo Galilei ebenfalls zu erleben, indem man seine historischen Entdeckungen² wiederholt. Vier Jahrhunderte später sind seine Beobachtungen, welche die Astronomie und unsere Weltsicht revolutioniert haben, immer noch hochinteressant und meist Ausgangspunkt zu weiteren wunderbaren astronomischen Erlebnissen. |

² Achtung: Man darf niemals direkt in die Sonne schauen, und schon gar nicht durch ein Vergrößerungsinstrument, weil es dadurch zu schweren Augenverletzungen kommen kann.



EXTRASOLARE PLANETEN

Ein Planetensystem, Neptuns Dreizack benannt, wurde um den Stern HD 69890 entdeckt (künstlerische Darstellung). Die drei Exoplaneten sind 10, 12 und 18 mal so schwer wie die Erde, ähnlich wie Neptun (17 Erdmassen).

(ESO)

DAS ASTRONOMISCHE ERBE

Daniel Pfenniger

Universität de Genève

Plattform MAP der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften

Die Beziehung unserer modernen Gesellschaft zum Kosmos ist paradox. Noch nie sind die von der Wissenschaft erworbenen Kenntnisse des Universums reichhaltiger gewesen, aber auch noch nie hat uns der Überfluss an künstlicher Beleuchtung so von der unmittelbaren Verbindung entfernt, die unsere Vorfahren tagtäglich mit dem Sternhimmel hatten. Heutzutage müssen die Stadtbewohner auf diesen direkten Kontakt mit den Gestirnen verzichten, und viele haben noch nie die Milchstraße gesehen. Hingegen können sie sich mit Hilfe von Computern, die mit astronomischen Daten gespeist werden, virtuell durch das All bewegen und das Universum wie niemals zuvor wahrnehmen. Dennoch steht außer Zweifel, dass im Laufe der Zeitalter die Vertrautheit mit dem grandiosen Schauspiel am Firmament sämtliche Kulturen und Zivilisationen stark beeinflusst hat. In diesem Zusammenhang ist es angebracht, daran zu erinnern, wie viel wir dieser kosmischen Umgebung verdanken, die auf den ersten Blick so fern ist und doch so eng verknüpft mit allem, was uns bestimmt.

Das natürliche Erbe

Heute wissen wir, dass die Erde und das Universum nach den Gesetzen der allgemeinen Physik in 4,54 respektive 13,7 Milliarden Jahren entstanden sind. Die Astrophysiker können die physikalischen Bedingungen beschreiben, die unmittelbar nach dem Urknall herrschten und, da sie wissen wie die Sterne funktio-

nieren, können sie beispielsweise daraus auf den Anteil der verschiedenen Atome schließen, aus denen wir bestehen.

Es ist ebenfalls klar, dass das Erscheinen unzähliger Himmelskörper der unterschiedlichsten Art wie Galaxien, Sterne oder Planeten auf die Schwerkraft zurückzuführen ist. Diese kann nämlich die Temperaturunterschiede erhöhen, was wiederum den Kollaps der kosmischen Gaswolken fördert. Eine seit Milliarden von Jahren bestehende Temperaturdifferenz zwischen der Sonnenstrahlung (6000°K) und dem übrigen Universum (derzeit bei 3°K) war erforderlich, um die ungeheure Komplexität der chemischen und biologischen Strukturen auf der Erdoberfläche zu bewirken. Dies ist für Systeme nahe am thermischen Gleichgewicht unmöglich, denn deren Entropie und Unordnung steigen im Gegenteil unabwendbar. Folglich war es nicht eigentlich die Sonnenenergie, welche die Entwicklung des Lebens begünstigt hat, sondern der permanente Kontakt mit sehr heißen und sehr kalten Temperaturen, die in unserer kosmischen Umgebung herrschen. Nach einer langen Evolutionsphase, in der das Leben immer höhere Formen annahm, nach unzähligen Rück- und Fehlschlägen in dieser Evolution, die von bedeutenden Katastrophen wie dem Einschlagen von Asteroiden behindert wurde, ist unsere gegenwärtige Situation das Ergebnis dieser chaotischen Geschichte, in der sowohl stabile als auch zufällige kosmische Faktoren eine entscheidende Rolle spielten.

Nach Milliarden von Jahren der Anpassung stimmten die Lebewesen ihre Biorhythmen genau auf die täglichen, monatlichen und jahreszeitlichen Zyklen ab, die sich aus den Bewegungen von Erde und Mond ergeben. Auch die Fotosynthe-

INSTRUMENTIERUNG

Entwicklung und Bau neuer Instrumente sind Schlüssel zukünftiger Entdeckungen.

Das Bild zeigt die Installation der Differentiellen Retardationslinien für PRIMA, eines der Instrumente des Very Large Telescope Interferometer (VLTI).

(UNIGE)



se der Pflanzen und die Empfindlichkeit der Augen werden durch die Anpassung optimiert, um das Sonnenspektrum so gut wie möglich zu nutzen. So können wir die sonnenähnlichen Sterne wahrnehmen, doch nicht die anderen wichtigen Bestandteile des Kosmos, wie die interstellaren Gaswolken, die vom Urknall herrührende Mikrowellenstrahlung oder die rätselhafte dunkle Materie.

Das kulturelle Erbe

Das Schauspiel des Sternhimmels, der von der Milchstrasse durchquert wird, die vollkommene Kreisförmigkeit der Sonne, die Mondsichel, und nicht zu vergessen die seltenen, aber spektakulären Ereignisse wie Sonnen- und Mondfinsternisse sowie die Kometen haben zweifellos die Menschen stark beeindruckt und zu allen Zeiten auf ihre Vorstellungskraft eingewirkt. Begriffe wie Transzendenz und Perfektion wurden mit dem Himmel assoziiert, der unerreichbar und unergründlich ist, im Gegensatz zu den unmittelbaren irdischen Phänomenen, die vorübergehend und unregelmäßig sind. Aufgrund der über Jahrhunderte scheinbar unveränderlichen kosmischen Rhythmen konnte der Gedanke der Unendlichkeit der Zeit bzw. der Ewigkeit aufkommen. Die Konstellationen als unregelmäßige und dennoch gleichbleibende Figuren regten die Fantasie an und dienten als Schauplatz für mythologische Gestalten. Die Sonne, der Mond und die Planeten wurden stets mit den wichtigsten Gottheiten in Zusammenhang gebracht, so wie auch die Religionen die kosmischen Phänomene immer mit dem verbunden haben, was über die menschliche Situation, die „*Conditio humana*“, hinausgeht.

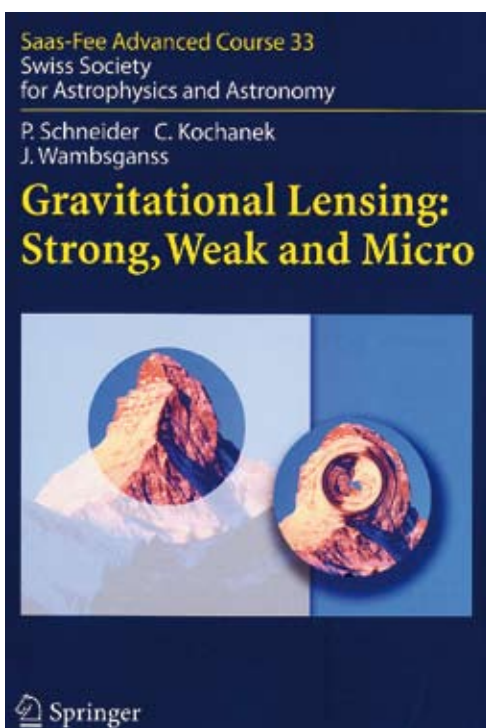
Das wissenschaftliche Erbe

Seit der Antike trug die noch mit Aberglauben verbundene Astronomie dazu bei, dem Himmel nach und nach eine rationelle Bedeutung zu verleihen, indem

in langwierigen Beobachtungen die Gestirne aufgezeichnet oder die Bahn der Planeten ermittelt wurden. Dank dieser Beobachtungen begann sich allmählich herauszukristallisieren, wie der Kosmos funktioniert. Mit der Erstellung mathematischer Modelle der Himmelsmechanik konnten gewisse Phänomene wie Sonnen- und Mondfinsternisse oder die Wiederkehr von Kometen vorausgesagt werden. Nach und nach wurden die unnötigen Ängste beseitigt, die diese Phänomene mit Ereignissen wie Epidemien, Hungersnöten oder Kriegen in Zusammenhang brachten.

UNTERRICHT UND KONFERENZEN

Seit 1971 organisiert die Schweizerische Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie einen jährlichen Kurs über ein aktuelles Thema der modernen Astrophysik. Die Kurse werden von mehr als hundert Berufsastronomen besucht. (SGAA/SSAA)





STERN- UND PLANETENENTSTEHUNG

Bei einer Entfernung von 410 Lichtjahren ist B68 eine der nächsten dunklen interstellaren Wolken. Die Masse der Wolke entspricht zirka dreimal der Sonnenmasse. Sie besteht hauptsächlich aus Gas und Staub, welcher für die vollständige Absorption der Strahlung der Sterne im Hintergrund verantwortlich ist. Das Sonnensystem könnte vor 4.6 Milliarden Jahren beim Kollaps einer solchen Wolke entstanden sein.

(FORS TEAM, ESO)

Die moderne Wissenschaft verdankt der Astronomie sehr viel. Die bedeutendsten Begründer der modernen Physik waren Galileo Galilei mit seinem Fernrohr und Newton mit dem Gesetz der Schwerkraft. Wie viele andere fanden sie einen Großteil ihrer wissenschaftlichen Inspiration in den Fragen, die durch die kosmischen Phänomene aufgeworfen wurden. So machte sich Einstein astronomische Feststellungen zunutze, um in seiner Arbeit über die Relativität voran zu kommen wie z.B. die Tatsache, dass die Geschwindigkeit des von den Sternen ausgestrahlten Lichts stets gleich bleibt, obwohl sich diese gegenüber uns mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten fortbewegen, oder dass das Perihel des Merkurs vorrückt.

Im Laufe der letzten Jahrhunderte wurde immer deutlicher, dass die Erde nach den gleichen Gesetzen funktioniert, die auch im Universum vorherrschen, nur dass die auf der Erde bestehenden physikalischen Bedingungen im Vergleich zu denen der kosmischen Phänomene begrenzt sind. Wir betrachten uns nicht mehr als Mittelpunkt und Grund für die Existenz des Universums, sondern vielmehr als ganz besondere „Produkte“ seiner Evolution. Wir müssen nicht unbedingt glauben, dass der Mensch den Höhepunkt der Komplexität darstellt, den die Natur aus einer einfachen kosmischen Gaswolke hervorbringen kann.

Ein wichtiger Beitrag der Weltraumforschung waren die Bilder von der Erde als Ganzes – so winzig anzusehen auf ihrer Sonnenumlaufbahn. Dank dieser Fotos stellen sich die meisten Leute die Erde nicht mehr flach und grenzenlos vor, sondern nunmehr als Kugel, die aus der Entfernung gesehen zu einem Punkt schrumpft. Dieses Bewusstsein hat ungemein dazu beigetragen, die mit der

Umwelt verbundenen Zwänge im Hinblick auf die Zukunft der Menschheit zu berücksichtigen und unser Verhalten allmählich zu ändern.

Unsere Augen unterscheiden lediglich die Grundfarben, die sogenannten Regenbogenfarben. Verglichen damit, erweitern die jetzigen astronomischen Instrumente unsere Wahrnehmung der Strahlung aus dem Universum, welche das ganze elektro-magnetische Spektrum von den Gammastrahlen bis hin zu den Radiowellen abdeckt. Raumsonden führen uns vor Augen dass jeder Körper des Sonnensystems eine eigene Welt darstellt, und erlauben uns ebenso die Existenz und Natur von hunderten anderer, millionenfach entfernter Planetensysteme zu erkennen. So wie wir die globale Struktur unserer Galaxie – die Milchstraße – entdecken, so entdecken wir auch die globale Struktur des Universums, das millionenfach größer ist als die Milchstraße. In den kommenden Jahrzehnten werden uns ganz sicher zahlreiche Überraschungen aus dem Bereich der Astronomie Gelegenheit geben, unsere Wahrnehmung des Universums und unsere Beziehung zu ihm zu revolutionieren. Frei nach Sokrates könnte man sagen: Obschon wir unser Wissen über das Universum enorm erweitert haben, ist das Feld, das es noch zu erforschen gilt, ein viel weiteres! |

FUNDAMENTALASTRONOMIE, WELTRAUMEXPERIMENTE

Sicht auf die Erde vom Mond von der japanischen Sonde Kaguya im November 2007. (JAXA/NHK)



**MILLIMETER ASTRONOMIE,
INSTRUMENTIERUNG**

*Bildmontage der zukünftigen
ALMA Antennen-Konfiguration
in Bau in Chajnantor, Chile, auf
5100 m Höhe über Meer.*

(ESO)



DIE SCHWEIZ UND DIE EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY (ESO)

EINE WICHTIGE UND ERGIEBIGE ASTRONOMISCHE SYNERGIE

Georges Meylan

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Präsident der Schweizerischen Kommission für Astronomie

In den letzten vier Jahrzehnten hat *European Southern Observatory* (ESO) die astronomische Beobachtung vom Boden aus tiefgreifend verändert und Europa zur weltweit führenden Rolle auf diesem Gebiet verholfen.

Im 20. Jahrhundert haben die Vereinigten Staaten lange Zeit die Beobachtungen in der Astronomie dominiert, insbesondere mit ihren vier berühmtesten Bodenteleskopen: dem Spiegelteleskop von Yerkes (1895) mit einem Durchmesser von 1,02 m, dem breitesten jemals gebauten Instrument dieser Art; dem Hooker-Teleskop des Mont Wilson (1917) mit einem Durchmesser von 2,5 m; dem Hale-Teleskop des Mont Palomar (1948) mit einem Durchmesser von 5,1 m und den Keck-Zwillingsteleskopen (1993 und 1996) mit jeweils 10 m Durchmesser. Doch mit dem Bau des *Very Large Telescope Interferometer* (VLTI), einem Komplex aus vier Teleskopen mit einem Durchmesser von 8,2 m ergänzt durch vier Teleskope von 1,8 m, hat Europa das weltweit fortschrittlichste (multiple) Instrument im Optik- und Infrarotbereich gebaut. Die erste VLT Einheit wurde 1998 in Betrieb genommen. Aber das Abenteuer der ESO begann vor mehr als einem halben Jahrhundert ...

Mitte des 20. Jahrhunderts beschlossen einige europäische Länder, sich zusammenzuschließen, um in der südlichen Hemisphäre ein Observatorium zu bauen. Die Begründung für diese Wahl war die Tatsache, dass der südliche Himmel – neben anderen wunderbaren Entdeckungen – die Beobachtung des galaktischen Zentrums und der Magellan-Nebel, der Satellitengalaxien der Milchstra-



ße, ermöglicht. Im Jahre 1962 wurde von Deutschland, Belgien, Frankreich, den Niederlanden und Schweden ein Abkommen unterzeichnet, dank dem die unter dem Namen *European Southern Observatory* (ESO) bekannte zwischenstaatliche Organisation geschaffen wurde.

In der Schweiz haben einige Astronomen sofort den Nutzen eines Beitritts zu dieser jungen Organisation erkannt. Leider war dies nicht sofort möglich, und es dauerte etwa 20 Jahre, bevor die Schweizer Astronomiegemeinschaft den Schritt in die Zukunft unternehmen konnte: 1982 wurde die Schweiz neues Mitglied der ESO. Unterdessen waren deren Leitung und Räumlichkeiten, die sich ursprünglich im CERN in der Nähe von Genf befanden, nach Garching bei München verlegt worden. Wenn die Schweiz die Möglichkeit gehabt hätte, schneller Mitglied der europäischen Organisation für astronomische Forschung zu werden, wäre diese vielleicht noch in unserem Land!

Momentan umfasst die Organisation 14 europäische Mitgliedsländer, die nachstehend in der chronologischen Reihenfolge ihres Beitritts aufgeführt sind: Deutschland, Belgien, Frankreich, Niederlande, Schweden (1962), Dänemark (1967), Italien, Schweiz (1982), Portugal (2000), Großbritannien (2002), Finnland (2004), Spanien (2006), Tschechische Republik (2007), Österreich (2008).

**INTERSTELLARE MATERIE, PLANETEN,
STERNE, GALAXIEN, KOSMOLOGIE**

*Das Very Large Telescope (VLT)
der ESO auf dem Cerro Paranal
in Chile. Im Vordergrund sind die
VISTA Teleskope sichtbar.*

(ESO)

Trotz des „späten“ Beitritts der Schweiz gab es seit Anfang der 1970er Jahre eine aktive Zusammenarbeit zwischen unserem Land und ESO. 1975 wurde ein Schweizer Teleskop in 2400 m Höhe am Standort des ESO Observatoriums in La Silla, 600 km nördlich von Santiago de Chile, installiert. Dank der hohen Qualität des europäischen Standortes in Chile konnten die Schweizer Astronomen rasch eine große Menge von ausgezeichneten fotometrischen Messungen vornehmen. Einige Jahre später wurde ein Spektrometer des Observatoriums der Universität Genf für die Messung von Radialgeschwindigkeiten auf dem Dänemark-ESO Teleskop mit einem Durchmesser von 1,54 m angebracht.

In den folgenden Jahren wurden in der Schweizer Kuppel in La Silla mehrere Teleskope und verschiedene Instrumente installiert. Gegenwärtig befindet sich in der Schweizer Station ein weitgehend automatisiertes Teleskop mit einem Durchmesser von 1,2 m, das mit einer CCD Kamera und dem Coralie Spektrometer ausgestattet ist. Die wissenschaftlichen Programme betreffen die extrasolaren Planeten, die Sternphysik und die Kosmologie.

Seit 1998 verwenden die Schweizer Astronomen auch die vier Einheiten des *Very Large Telescope (VLT)* im ESO Observatorium in Paranal, das in Chile 1400 km nördlich von Santiago in einer Höhe von 2600 m in der Atacama-Wüste gelegen ist. Paranal lässt mit seinem einmaligen Teleskopenkomplex, seiner Instrumentenausstattung und seiner Arbeitsweise die Zukunft der Bodenastronomie erahnen. Dieses bemerkenswerte Observatorium verschafft Europa im beginnenden 21. Jahrhundert wieder die führende Stellung, die es 1609 dank Galileo Galilei innehatte.

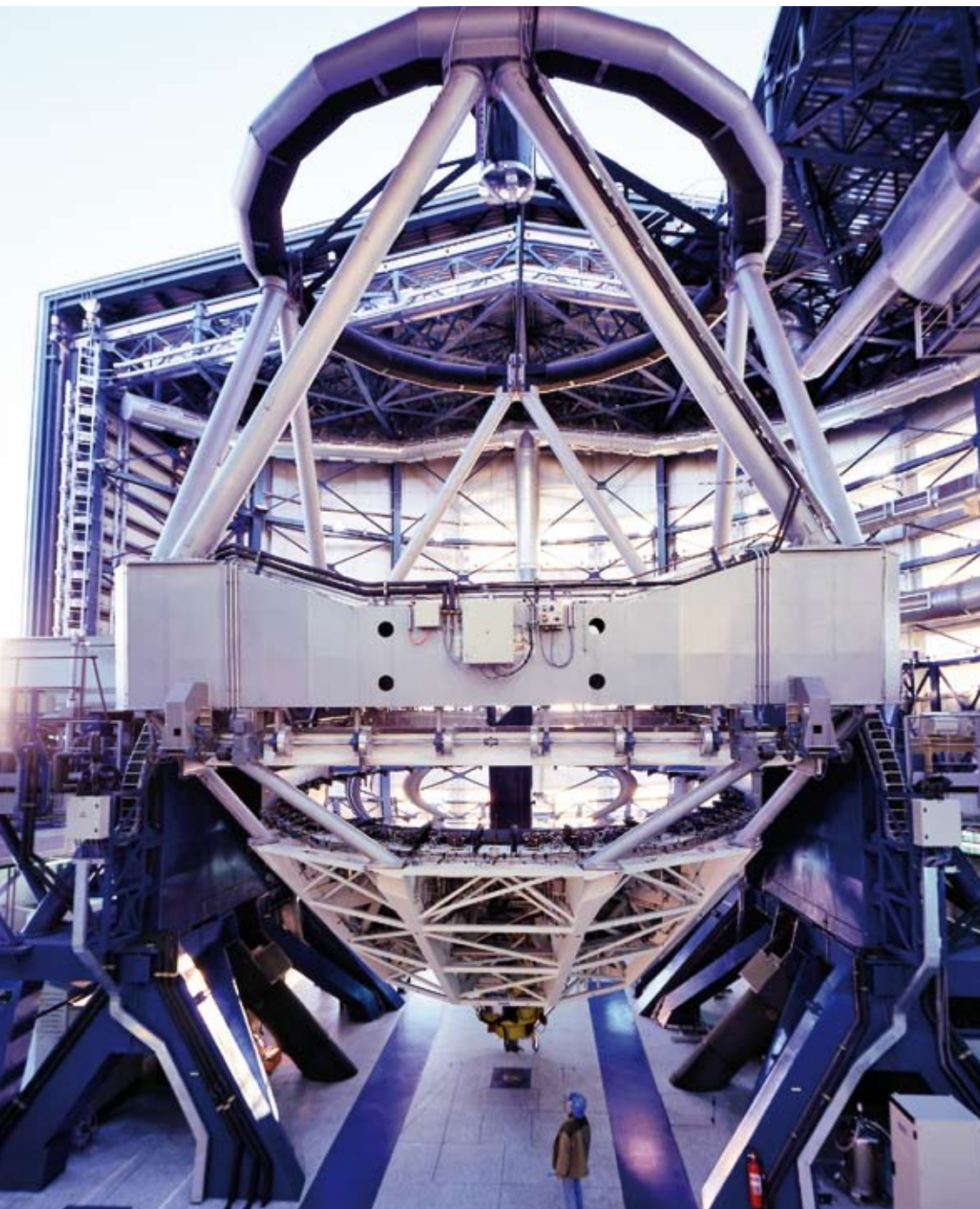
Das Engagement der Schweizer Institute ist auch bezüglich Bau der auf den ESO Teleskopen installierten Instrumente bedeutsam. So haben die Schweizer Astronomen das HARPS-Instrument (*High Accuracy Radial velocity Planet Searcher*) entwickelt und gebaut, das 2003 auf dem 3,6 m-Teleskop in La Silla in Betrieb genommen wurde. Das auf die Suche extrasolaren Planeten spezialisierte Instrument ist derzeit für dieses Ziel das weltweit beste. Im Übrigen ist die Schweiz auch an PRIMA und SPHERE, zukünftigen Instrumenten für das VLTI und das VLT, aktiv beteiligt.

Die ESO steht auch im Mittelpunkt der europäischen Beteiligung am *Atacama Large Millimeter Array (ALMA)*, einer interkontinentalen Zusammenarbeit mit den Vereinigten Staaten, Japan, Kanada, Taiwan und Chile. Die Partner von ALMA bauen auf dem Hochplateau von Chajnantor in Chile in 5100 m Höhe eine Anlage aus 66 Antennen mit einem Durchmesser von 12 m. Diese Antenneneinheit, die das „kalte Universum“ (ursprüngliche Galaxien, sich bildende Sterne und Planeten, interstellare Materie) beobachten wird, dürfte 2012 einsatzbereit sein und könnte die moderne Astrophysik ebenso verändern wie das 1990 gestartete Weltraumteleskop *Hubble*.

Nach dem VLT und ALMA prüft ESO die Machbarkeit eines Riesenteleskops, des *European Extremely Large optical/infrared Telescope (E-ELT)*, dessen Primärspiegel

einen Durchmesser von 42 m haben soll. ESO hat in Zusammenarbeit mit den europäischen Instituten ein neues Baukonzept für dieses Riesenteleskop entwickelt. Das E-ELT dürfte die ersten Bilder von Planeten außerhalb des Sonnensystems, die der Erde ähneln, liefern können und die direkte Messung der Ausdehnung des Universums ermöglichen. Diese beiden Forschungsbereiche gehören zu den ehrgeizigsten und spannendsten der Astrophysik in der nahen Zukunft, und die Schweizer Astronomen sind bereits stark in diese Projekte eingebunden.

Die Zukunft der europäischen Boden-Astronomie wird über die ESO entschieden und realisiert. Für die Schweizer Astronomen ist es daher äußerst wichtig, an allen gegenwärtigen und künftigen Aktionen, die von dieser europäischen Forschungsorganisation unternommen werden, aktiv mitzuwirken. |



INSTRUMENTIERUNG

Eine der 4 Einheiten des VLT, das KUEYEN Teleskop, mit seinem Primärspiegel mit 8.2m Durchmesser. Die Grösse des Teleskops ist im Vergleich mit der darunterstehenden Person erkennbar.

(ESO)



WELTRAUMEXPERIMENTE

Im Dezember 1999 installierten die Astronauten Claude Nicollier und C. Michael Foale ein neues Instrument an Bord des Hubble Space Teleskop (HST).

(NASA, ESA, ST103 MISSION)

DIE SCHWEIZ UND DIE WELTRAUMFORSCHUNG

EINE ERFOLGREICHE GESCHICHTE VON ÜBER 40 JAHREN

Willy Benz

Universität Bern

Präsident der Schweizerischen Kommission für Weltraumforschung

Die Schweizer Weltraumforschung sowie die der meisten anderen europäischen Länder basiert hauptsächlich auf weltweit unternommenen Bemühungen. Da die erforderlichen Strukturen (und die damit verbundenen Kosten) für die Durchführung dieser Forschung äußerst wichtig sind, wurde die internationale Kooperation anfänglich nicht so sehr als eine zur Wahl stehende Möglichkeit, sondern vielmehr als Notwendigkeit erachtet. Heute wird diese Tatsache von den meisten Personen, die sich mit diesem Bereich befassen, als einzigartige Gelegenheit betrachtet, dass in Europa und der ganzen Welt etablierte Forschungsgruppen zusammenarbeiten, um Raumforschungsmissionen festzulegen und somit gemeinsame wissenschaftliche Fragen zu klären.

Die Schweiz hat von Anfang an diese Notwendigkeit erkannt und beteiligte sich sehr aktiv an den Verhandlungen, die zur Gründung der *European Space Research Organisation* (ESRO) im Jahre 1962 führten. Etwas mehr als ein Jahrzehnt später, d.h. 1975, als sich das Konzept einer einzigen *Europäischen Weltraumorganisation* (ESA) durchsetzte, in der sämtliche europäischen Weltraumtätigkeiten vereint sind, war die Schweiz wiederum unter den zehn Gründerstaaten (Bel-

gien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande, Schweden, Schweiz, Spanien). Heute zählt die ESA 17 Mitgliedsstaaten (15 davon sind ebenfalls Mitglieder der Europäischen Union), während mehrere andere Länder Beitrittsverhandlungen mit der Organisation führen.

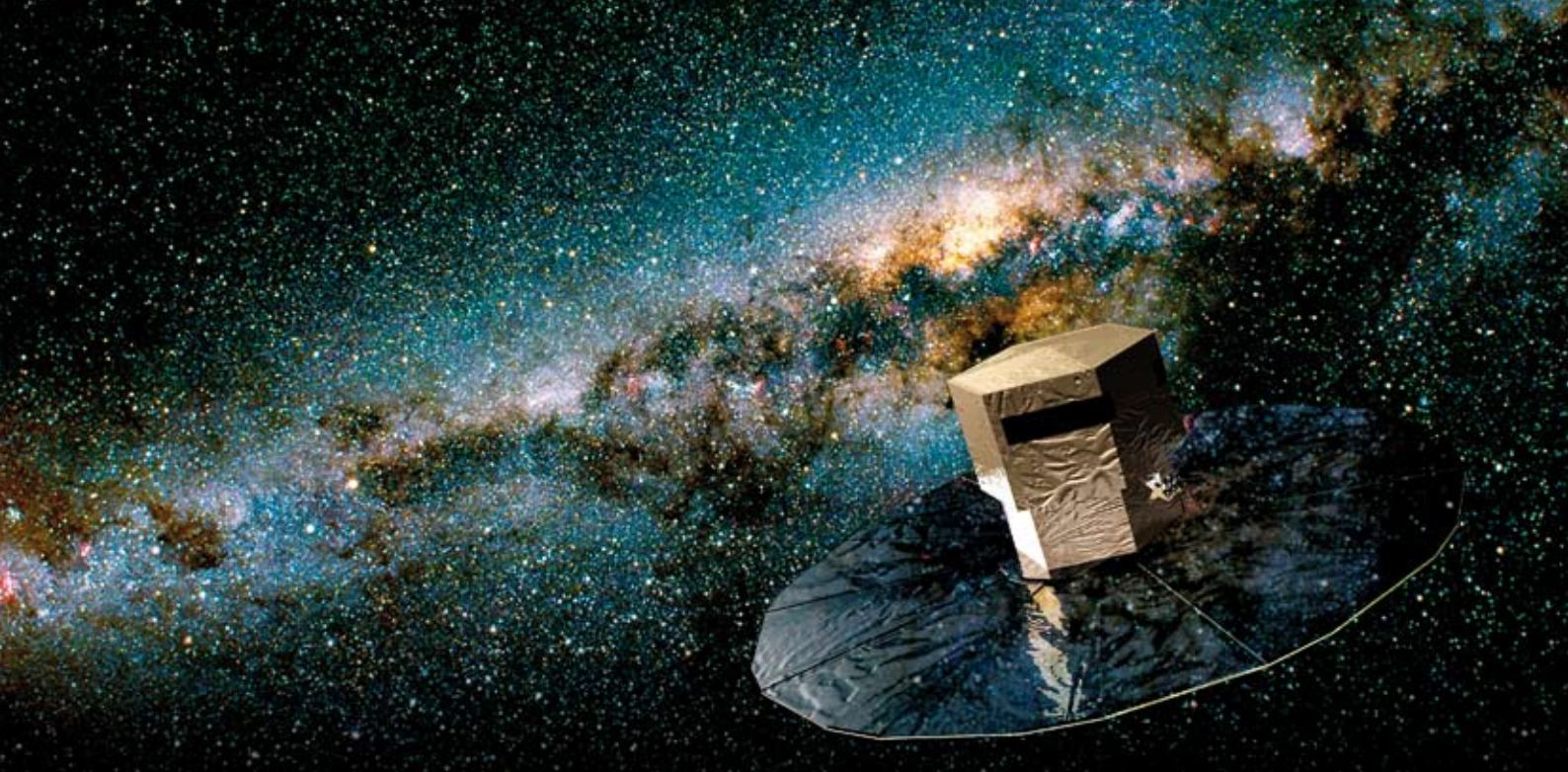
1986 hat die ESA aufgrund eines Vorschlags der Schweiz das erste unverbindliche wissenschaftliche Programm PRODEX (*PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques*) geschaffen. Ziel dieses Programms ist es, den Ländern, welche über keine eigene nationale Weltraumbehörde verfügen, die von ihren eigenen Instituten und/oder Universitäten entwickelten Raumforschungsprojekte zu finanzieren, sofern diese direkt mit den Missionen der ESA oder den globalen wissenschaftlichen Zielen der Organisation in Einklang stehen. Die Schweiz war anfänglich das einzige Gründerland, das an diesem Programm teilnahm, doch andere Länder schlossen sich sehr rasch an. Neben der Schweiz nehmen gegenwärtig Belgien, Dänemark, Irland, Norwegen, Österreich, die Tschechische Republik und Ungarn daran teil.

PRODEX verschafft den Schweizer Wissenschaftlern, die in Forschungsinstituten und Universitäten tätig sind, die notwendigen finanziellen Mittel, um vollumfänglich am Konzept und der Entwicklung von Raumforschungsprojekten teilnehmen zu können. Dank der Bedingung, dass die Hälfte der gewährten Geldmittel im Rahmen von Verträgen mit der Industrie ausgegeben wird, hat PRODEX zur Annäherung der akademischen Kreise und der Industrie in der Schweiz beigetragen. Im Laufe der Jahre konnten mit Hilfe dieses Programms nicht nur Experimente erfolgreich entwickelt werden. Es hat auch zahlreiche Austausche ermöglicht und erlaubt eine Kultur der Zusammenarbeit aufzubauen.

Zum Gedenken des 20. Jahrestags der Schaffung der „Brücke zur experimentellen Raumforschung“ – wie PRODEX manchmal genannt wird – wurde 2007 ein Symposium in St.-Gallen und Altenrhein organisiert¹. Der Rückblick war in der Tat sehr beeindruckend, und es war klar ersichtlich, dass die Schweizer Wissenschaftler auf die eine oder andere Weise an den meisten vergangenen Weltraummissionen beteiligt waren. In diesen 20 Jahren wurde ein Budget von insgesamt CHF 109 Millionen für vierundvierzig Projekte aus allen Teilen des Landes zur Verfügung gestellt, welche die verschiedensten wissenschaftlichen Bereiche wie die Astronomie, Beobachtungen der Erde, Grundlagenphysik oder Biologie abdeckten. Seit 2008 steht der Schweiz ein Budget von jährlich € 7.2 Millionen für die PRODEX-Projekte zur Verfügung. Die Schweizer Forscher können diese Geldmittel zur Finanzierung von Projekten für die Entwicklung von *Hardware* oder *Software* in allen mit der Raumforschung verbundenen Disziplinen verwenden.

Derzeit funktionieren zahlreiche ESA Missionen oder solche, an denen die ESA mitbeteiligt ist. Diese erforschen die Sonne (SOHO, Ulysses), das Sonnensystem

¹ s. http://www.sbf.admin.ch/htm/dokumentation/publikationen/raumfahrt/Prodex_dokumentation.pdf



**WELTRAUMMISSIONEN,
GALAKTISCHE ASTRONOMIE,
STERNPHYSIK, ASTEROSEISMOLOGIE,
FUNDAMENTALASTRONOMIE.**

Bild des zukünftigen GAIA Satelliten der Europäischen Weltraumorganisation ESA (künstlerische Darstellung). Nach dem Start in 2011 wird dieser Satellit die Position und Distanz einer Milliarde Sterne, mit nie zuvor erreichter Präzision, messen. Die Variabilität der Objekte wird ebenfalls gemessen werden, was die Entdeckung mehrerer Millionen variabler Sterne erlauben sollte.

(ESA)

(Mars und Venus Express, Rosetta, Double Star, Cluster, Cassini-Huygens) und das Universum (Integral, XMM-Newton, Hubble). Die dadurch erhaltene Datenmenge ist enorm und hat signifikant zu einem besseren Verständnis des Universums beigetragen. Wer war nicht beeindruckt von den außergewöhnlichen Bildern des Weltraumteleskops Hubble, und wer könnte die Bilder von Claude Nicollier, dem Schweizer ESA Astronauten vergessen, der an der Reparatur und der Verbesserung des Teleskops beteiligt war?

In der Umsetzung begriffen ist eine Mission zum Planeten Merkur (BepiColombo), zwei Missionen, die dem Ur-Universum und seinen Bestandteilen gewidmet sind (Herschel und Planck), eine weitere Mission, dank der die 3D-Karte unserer Galaxie (Gaia) erstellt werden soll und eine letzte, die als Nachfolger des Weltraumteleskops Hubble (JWST) gilt. Bei all diesen Missionen ist die Schweiz in dem einen oder anderen Bereich beteiligt.

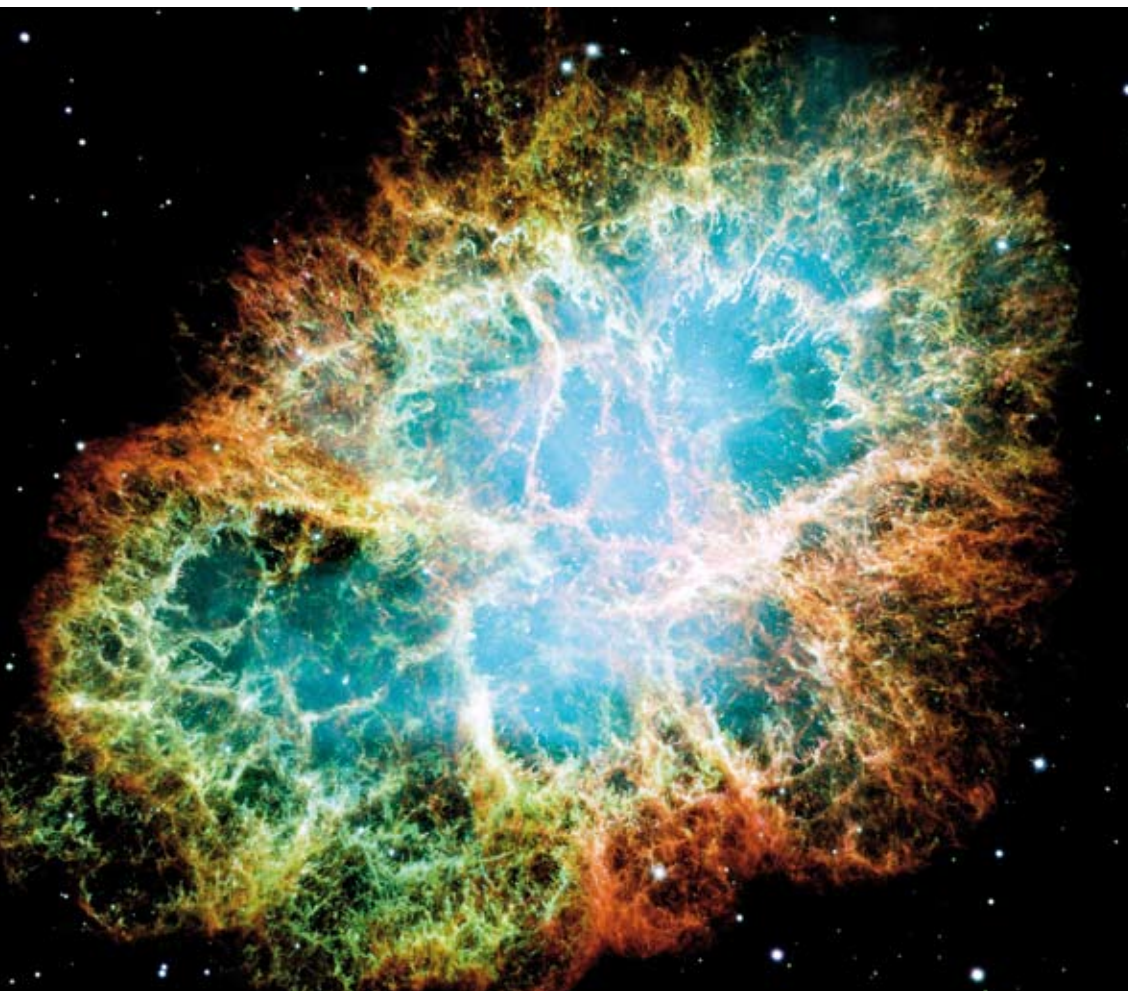
Die langfristige Zukunft der Weltraum-gestützten Astronomie in Europa wurde von der ESA in der Unternehmung *Cosmic Vision 2015-2025* festgelegt. Im April 2004 rief die ESA dazu auf, Vorschläge zu Wissenschaftsthemen der Zukunft zu unterbreiten. Sie erhielt 151 neue Ideen von Wissenschaftlern aus ganz Europa. Nach einer Phase der „Herauskristallisierung“ dieser Ideen durch ESA Fachleute und in einem öffentlichen Workshop wurden vier grundlegende Fragen aufgeworfen, welche die Bemühungen der Raumforschung in den Jahren 2015-2025 leiten sollen:

1. Welches sind die Bedingungen, in denen sich die Planeten bilden und Leben entsteht?
2. Wie funktioniert das Sonnensystem?
3. Welches sind die Grundgesetze der Physik im Universum?
4. Wie entstand das Universum und woraus besteht es?

Einige grundlegende Fragen, die man noch vor etwa zwanzig Jahren unmöglich beantworten konnte, können nunmehr angesprochen und höchstwahrscheinlich

auch beantwortet werden. Satellitenmissionen werden nun geplant um diese wichtigen Themen zu studieren. Als Antwort auf eine Aufforderung, Vorschläge zu deren Realisierung zu unterbreiten, erhielt die ESA eine erstaunliche Anzahl von Vorschlägen, nämlich fünfzig. Eine erste Auswahl von neun Missionen, die für die ersten Starts im Rahmen der *Cosmic Vision* (2017-2018) in Frage kommen, wurde bereits getroffen. Diese Missionen decken ein breites Spektrum an Themen ab wie die Kartographie der dunklen Materie im All (Euclid), die Detektierung von Gravitationswellen (Lisa), die Hochenergieastrophysik (Xeus), die Bildung von Galaxien, Sternen und Planeten (Spica), die Detektierung von extrasolaren Planeten (Plato), die Untersuchung der Riesenplaneten im Sonnensystem (Laplace und Tandem), die Entnahme von Gesteinsproben auf einem Asteroiden, der sich in Erdnähe befindet (Marco Polo) und die Untersuchung von Plasmen im Erdumfeld (Cross Scale). Einmal mehr beteiligen sich Schweizer Wissenschaftler bei fast all diesen Projekten.

Der Weg einer Idee zu ihrer Verwirklichung ist im Raumforschungsbereich lang und oft beschwerlich. Neue Technologien müssen entwickelt, wissenschaftliche Ziele präzisiert und finanzielle Schwierigkeiten überwunden werden. Doch am Ende eines Projekts wissen wir mehr über den Ursprung des Universums, seine Entwicklung und den Platz, den die Menschheit darin einnimmt. Schließlich – und auch dies ist wichtig – haben wir gezeigt, dass wir in der Lage sind, zusammenzuarbeiten, um uns einige der größten wissenschaftlichen und technologischen Herausforderungen unserer Zeit zu stellen. |



**SUPERNOVAE,
TEILCHENASTROPHYSIK,
KOSMISCHE STRAHLUNG**

Detailliertes Bild des Krebsnebel (M1), aus 24 Einzelbildern zusammengesetzt. M1 ist der Überrest einer Supernova Explosion, welche im Jahre 1054 beobachtet wurde. Die Ausdehnung des Nebels ist ca. 11 Lichtjahre; dessen Entfernung entspricht 6500 Lichtjahren.

(NASA, ESA, HST)



**EXTRAGALAKTISCHE ASTRONOMIE,
STERNENTSTEHUNG**

Antennen-Galaxien, ein Paar miteinander wechselwirkender Galaxien, 45 Millionen Lichtjahre von uns entfernt. Millionen von Sternen entstehen in den rötlich sichtbaren Regionen durch die starken Wechselwirkungen zwischen Gas und Sternen der beiden Galaxien.

(NASA, ESA, HST)

ASTRONOMISCHE INSTITUTIONEN IN DER SCHWEIZ

Hans-Martin Schmid

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie

(2005-2008)

Daniel Schaerer

Université de Genève

Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie

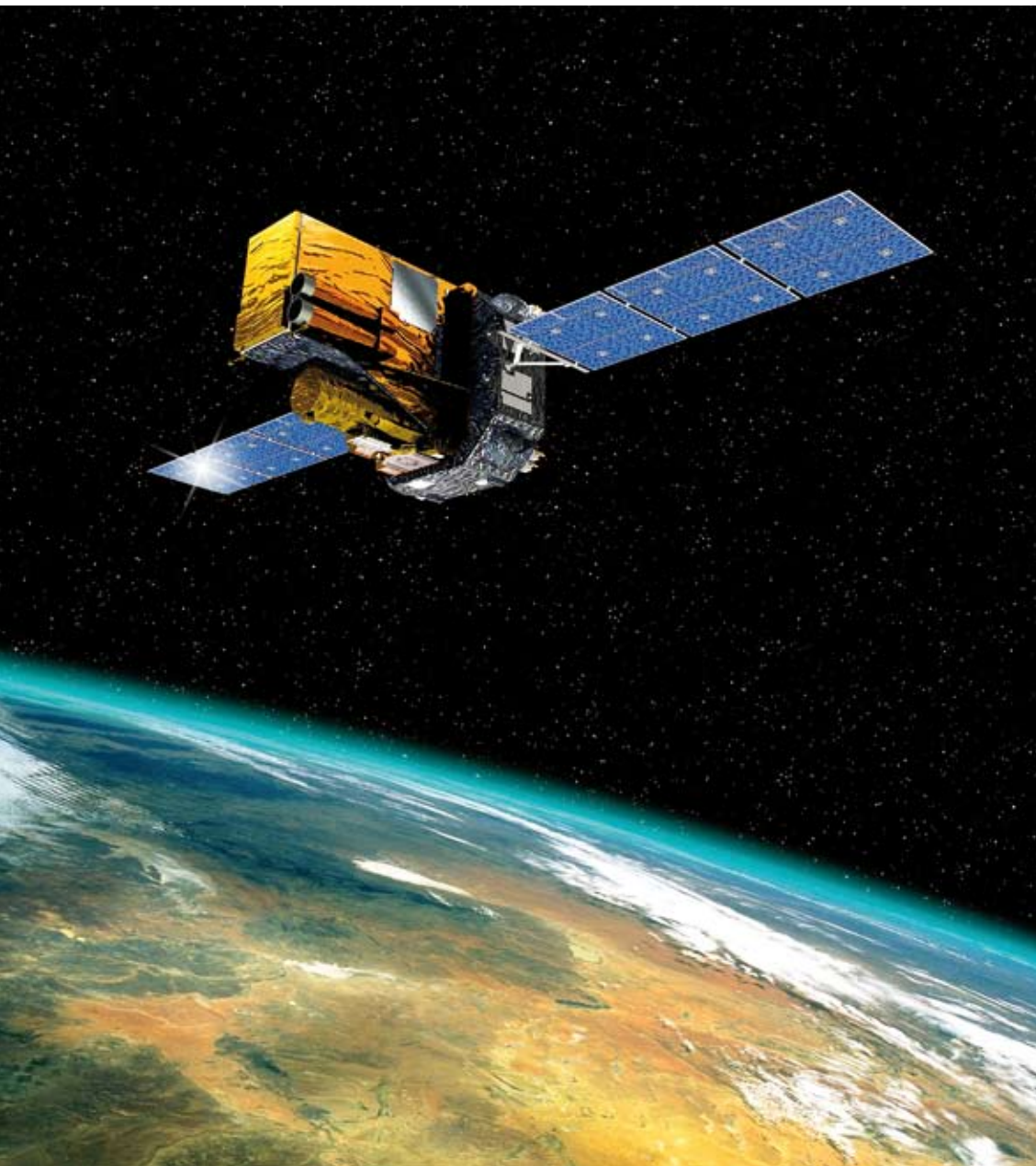
(2009-2011)

Historisch entstanden die meisten Schweizer Astronomieinstitute als Sternwarten oder Observatorien, welche insbesondere für die genaue Zeitmessung oder die Verfolgung der Sonnenaktivität gegründet wurden. So gehörten ab ca. 1770 die Zeitmessung, dann die Geophysik und die Meteorologie zu den Hauptaufgaben des Genfer Observatoriums, bis dieses Institut in den 1960er Jahren zu einem richtigen Forschungszentrum für Astrophysik der Universität Genf wurde.

Heutzutage sind die wichtigsten astronomischen Institutionen den Universitäten oder Eidgenössischen Technischen Hochschulen angeschlossen und gehören als Institute zu deren Astronomie und/oder Physik Departementen (siehe Tabelle, Seite 27). In der Westschweiz sind das Astronomiedepartement (Obser-

vatorium) der UNIGE und das Laboratorium für Astrophysik der EPFL durch ein Partnerschaftsabkommen verbunden und bilden zusammen das Westschweizer Zentrum für Astronomie. Die Strukturen der einzelnen Institute – das *International Space Science Institute* (ISSI) in Bern, das *Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos* (PMOD) in Davos, l'*Instituto Ricerche Solari* (IRSOL) in Locarno und das *Integral Science Data Center* (ISDC) in Genf – sind unterschiedlicher Art. Das PMOD verwaltet das *World Radiation Center* (WRC) für die *Meteorologische Weltorganisation* als Schweizer Beitrag zur *World Weather Watch*; das ISSI wurde in Partnerschaft mit der *European Space Agency* ESA gegründet; das IRSOL wird von einer Privatstiftung verwaltet, und das ISDC ist ein dem Observatorium der UNIGE angeschlossenes Institut.

In der Schweizerischen Astronomie sind rund 270 Forscher sowie 100 Personen in technischen und administrativen Bereichen tätig. Weniger als 22% der Forscher sind permanent angestellt. Die meisten professionellen Astronomen



WELTRAUMFORSCHUNG, HOCHENERGIE-ASTROPHYSIK

Der INTEGRAL Satellit der Europäischen Weltraumorganisation ESA wurde am 17. Oktober 2002 mit einer Proton Rakete ins All geschickt. Das Ziel dieser Mission ist die Messung von Gammastrahlung, der energetischsten des elektromagnetischen Spektrums, welche von verschiedenen Quellen im Universum ausgesendet wird: Gamma Ray Bursts, Supernovae, schwarze Löcher, Pulsare, Röntgen Doppelsterne usw. Im INTEGRAL Science Data Centre (ISDC), welches in der Schweiz basiert ist, werden alle Daten des Satelliten empfangen, behandelt, und anschliessend weltweit an die Forscher verteilt.

(ESA)



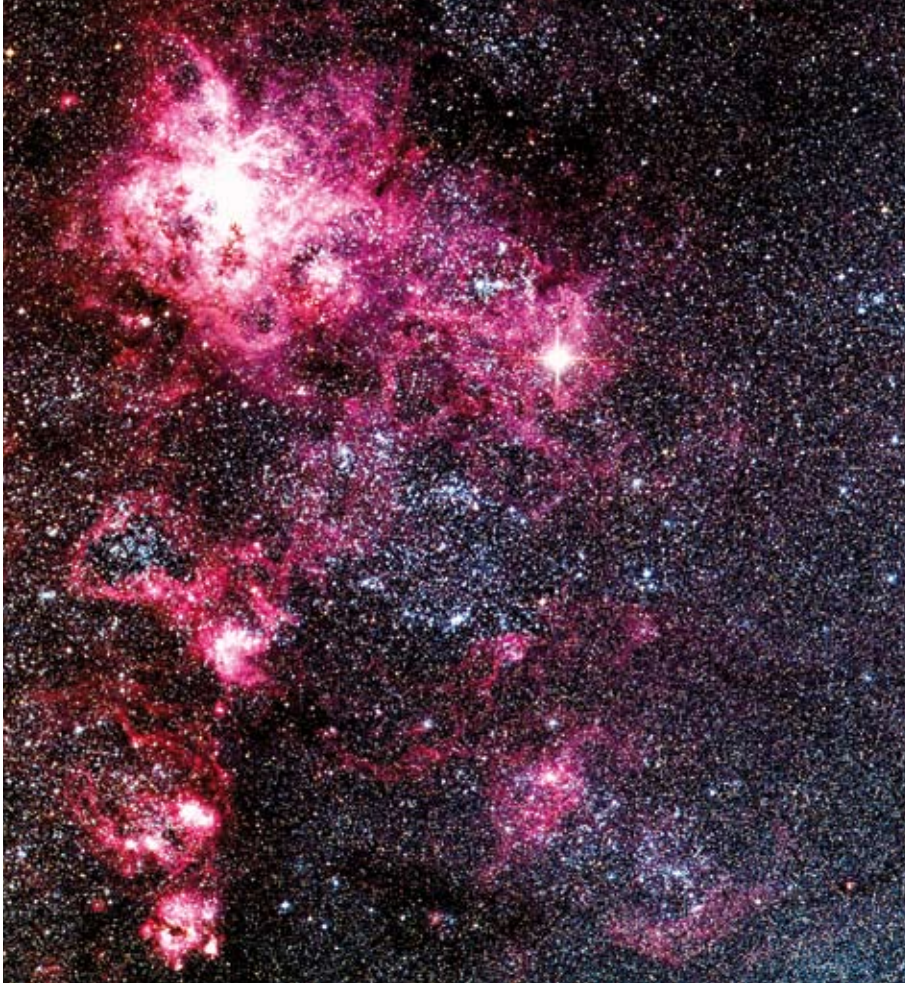
KOSMOLOGIE, EXTRAGALAKTISCHE ASTRONOMIE

Spektakuläres Bild der Spiralgalaxie NGC 1232, 100 Millionen Lichtjahre entfernt, mit der Einheit 1 (ANTU) des VLT aufgenommen. Falschfarbenbild aus 3 Bildern in ultraviolett, blau und rotem Licht.

(ESO)

Die Schweizerischen astronomischen Institute und ihre wichtigsten Tätigkeitsbereiche

<i>Universität Basel:</i> Departement Physik	Supernovae, Doppelsterne, Nukleosynthese, chemische Entwicklung, Teilchenastrophysik
<i>Universität Bern:</i> Astronomisches Institut, Physikalisches Institut, Institut für Angewandte Physik	Fundamentalastronomie, Planetologie, Planetenentstehung und -entwicklung, Sonnensystem, kosmische Strahlung, Weltraumexperimente
<i>Université de Genève:</i> Observatoire de Genève (Département d'Astronomie), Integral Science Data Centre, Section de Physique	Extrasolare Planeten, Sternentwicklung, Nukleosynthese, Asteroseismologie, Galaktische und extragalaktische Astronomie, Kosmologie, Hochenergie- und Teilchenastrophysik, Weltraumexperimente, astronomische Instrumentierung
<i>EPF Lausanne:</i> Laboratoire d'Astrophysique, Laboratoire de Physique des Particules et de Cosmologie	Galaktische und extragalaktische Astronomie, Kosmologie, Gravitationslinsen, Teilchenastrophysik
<i>Universität Zürich:</i> Institut für Theoretische Physik	Rechnergestützte Astrophysik und theoretische Physik, Kosmologie, extragalaktische Astronomie, Planeten- und Sternentstehung, Teilchenastrophysik
<i>ETH Zürich:</i> Institut für Astronomie, Institut für Teilchenphysik	Sonnenphysik, Stern- und Planetenentstehung, extragalaktische Astronomie, Kosmologie, astronomische Instrumentierung, Hochenergie- und Teilchenastrophysik
International Space Science Institute, Bern	Weltraumforschung, interdisziplinäre Meetings
Physikalisch-Meteorologisches Observatorium und World Radiation Center, Davos	Sonnenphysik, Sonnenstrahlung und Erdklima, Weltraumexperimente
Istituto Ricerche Solari, Locarno	Sonnenbeobachtungen, Polarisierung
Hochalpine Forschungsstationen Jungfraujoch und Gornergrat	Physik der Atmosphäre, Sonnenstrahlung, kosmische Strahlung, Millimeter Astronomie



SUPERNOVAE, STERNENTWICKLUNG, HOCHENERGIEASTROPHYSIK

Tarantula-Nebel in der Grossen Magellanschen Wolke, einer Satellitengalaxie der Milchstrasse in 160.000 Lichtjahren Entfernung. Im Zentrum des am 24. Februar 1987 aufgenommenen Bildes befindet sich die berühmte Supernova SN1987A, die erste mit blossen Auge sichtbare Supernova seit Johannes Kepler's Beobachtung im Jahre 1604!

(ESO)

sind Mitglieder der *Schweizerischen Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie* (SGAA), einer der Mitgliedsorganisationen der *Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften* (sc|nat).

Die wichtigsten Aufträge der Schweizer Observatorien und astronomischen Institute sind Unterricht, Forschung und verschiedene Dienstleistungen, insbesondere auch für das Publikum.

Dienstleistungen

Diese umfassen beispielsweise die Reduzierung und Archivierung von Daten, die von Satelliten stammen (Integral Science Data Center), astrometrische Messungen und die Verfolgung der Laufbahn von Weltraummüll (UNIBE), die Überwachung der atmosphärischen Trübung im Rahmen des Programms *Global Atmosphere Watch* (PMOD/WRC) etc. Die Tätigkeiten im Bereich Information und Kommunikation zuhanden des Publikums sind sehr breit gefächert und betreffen sämtliche astronomischen sowie andere naturwissenschaftliche Themen.

Forschung

Um diesen Auftrag zu erfüllen, entwickeln die verschiedenen Gruppen Instrumente, die auf dem neusten Stand der Technik sind, machen Beobachtungen, führen Computersimulationen durch und unternehmen theoretische Arbeiten. Die meisten Forschungsprojekte werden im Rahmen nationaler und internationaler Zusammenarbeit verwirklicht. Die Schweizer Institute sind in vielen Bereichen der Astronomie tätig (siehe Tabelle, Seite 27), angefangen von den Planeten, über die Sterne und Galaxien bis hin zur Kosmologie. Die Qualität der Forschungsarbeiten der Schweizer Astronomen ist in der ganzen Welt anerkannt.

In der Vergangenheit haben Schweizer Institute ihre eigenen Teleskope entwickelt und benutzt, wie z. B. in Zürich, auf dem Jungfrauoch und dem Gornergrat oder an anderen Orten in der Schweiz bzw. anderswo. Derzeit unterhalten sie Teleskope und Instrumente in Locarno, Zimmerwald, La Silla (Chile) und La Palma (Spanien). Von grösster Bedeutung für die Schweizer Astronomen ist der Zugang zu den erstklassigen ESO (*European Southern Observatory*)¹ Teleskopen und Instrumenten sowie zu den verschiedenen astronomischen Satelliten der ESA (*European Space Agency*)² und der NASA, welche diese auch aktiv benutzen. Verschiedene Gruppen beteiligen sich auch an der Entwicklung und am Bau neuer Instrumente für diese Observatorien am Boden oder im Weltall.

Unterricht

Astronomen unterrichten im Rahmen des Physikstudiums, von Nachdiplomstudien und anderer Studiengänge an den Universitäten Basel, Bern, Genf und Zürich sowie an den Eidgenössischen Technischen Hochschulen von Lausanne und Zürich. Diese Orte sind die wichtigsten Lehr- und Forschungszentren in Astronomie und Astrophysik, welche insbesondere ideale Bedingungen für die Ausbildung junger Forscher anbieten. Kurse werden auf dem Niveau von Bachelor, Master und Doktorat, wie auch für das breite Publikum angeboten.

Das Internationale Jahr der Astronomie 2009 ist eine einzigartige Gelegenheit Astronomie und die Schweizerischen astronomischen Institutionen dem Publikum näher zu bringen und das Wissen und die Passion für das Universum zu teilen! |

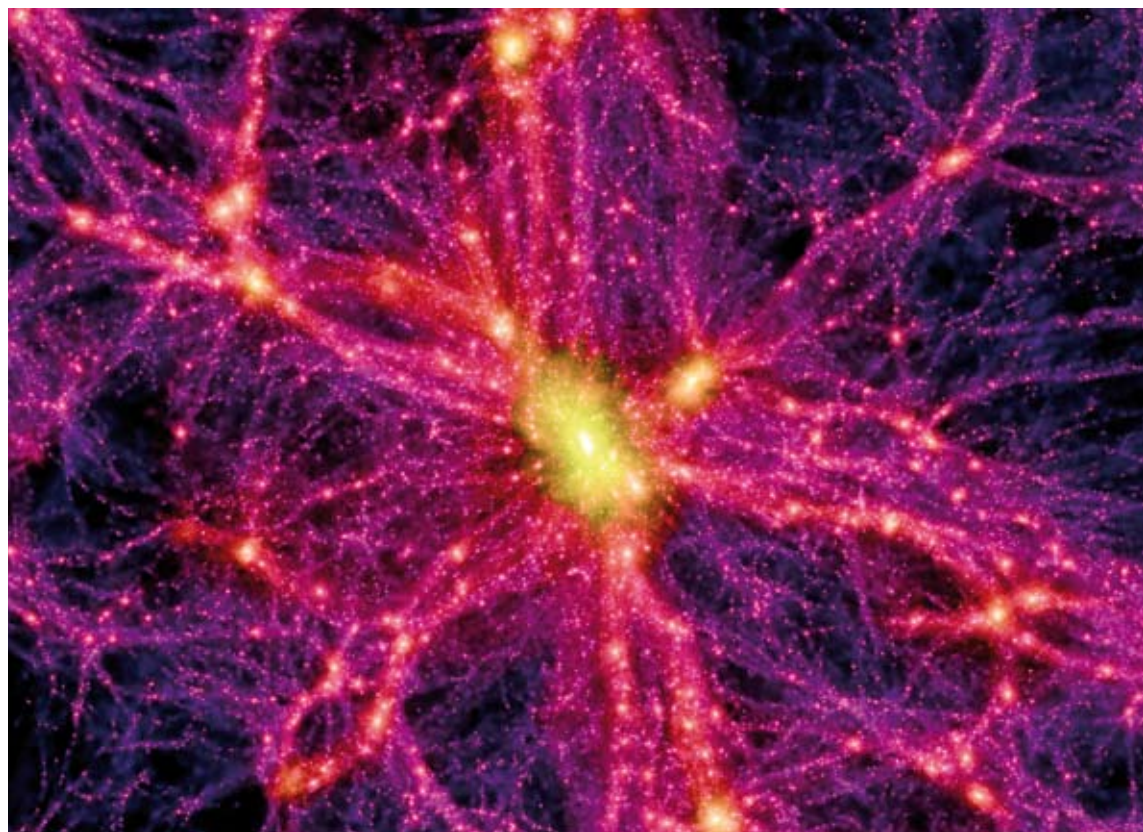
1 Siehe den Text „Die Schweiz und die European Southern Observatory“ von Georges Meylan

2 Siehe den Text „Die Schweiz und die Weltraumforschung“ von Willy Benz

THEORETISCHE UND RECHNERGESTÜTZTE ASTROPHYSIK, KOSMOLOGIE

Internationale Forschungsgruppen haben Computerprogramme entwickelt, welche die Expansion des Universums, sowie die Entstehung von Galaxien, Galaxienhaufen und Quasaren simulieren. Die „Millennium Simulation“ simuliert z.B. 10 Milliarden virtueller Partikel und deren Evolution. Sie enthält 20 Millionen Galaxien und beschreibt auch die Effekte der dunklen Energie, dunkler und sichtbarer Materie. Das Bild zeigt die Materieverteilung im simulierten Universum.

(V. SPRINGEL, MPA)





DIE SCHWEIZER AMATEURASTRONOMEN

Max Hubmann

Zentralpräsident der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft (SAG)

Die Amateurastronomen und die Wissenschaft oder was heißt „Amateur“?

Vor ein paar Jahren wurde ich von einer Journalistin gefragt, ob Astroamateure auch zur wissenschaftlichen Astronomie beitragen können. Meine Antwort war, nach einem kurzen Gedanken ans Instrumentarium der wissenschaftlichen Astronomen: nein. Später sah ich im gedruckten Bericht der Interviewerin, dass meine Antwort zwar wiedergegeben, aber gleich zwei Sätze weiter ein renommierter Basler Astronomieprofessor zitiert wurde, der meinte, Amateure würden sehr wohl zur Wissenschaft beitragen. Woher kommt nun diese unterschiedliche Beurteilung? Wohl von einer Überschätzung des jeweiligen Gegenübers!

Unter den Amateuren gibt es eine kleine Zahl, die während ihren nächtlichen Beobachtungen nach neuen Objekten wie Kometen, Kleinplaneten, explodierenden Sternen (Supernovae) und weiteren Erscheinungen „jagen“. Andere überwachen systematisch die Helligkeitskurven veränderlicher Sterne und Sonnenflecken in langen, oft mehrere Jahrzehnte dauernden Beobachtungsreihen. Da sich dabei Amateure auf der ganzen Welt beteiligen, sind sie von den lokalen Wetter- und Tageslichtbedingungen unabhängig und in großem Maß lückenlos, sodass die Resultate gerne von der wissenschaftlichen Astronomie zur Ergänzung ihrer eigenen Daten übernommen werden.

In punkto Hartnäckigkeit, zeitlichem Engagement und auch der Qualität der Ergebnisse, können es diese Amateurastronomen in vielen Belangen mit den professionellen aufnehmen. Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, dass

**STERNENTWICKLUNG UND
CHEMISCHE ENTWICKLUNG,
INTERSTELLARE MATERIE**

*Bild des Nordamerika Nebels, mit
einem 110 mm Teleskop aufgenommen
(Mosaik aus 4 Bildern).*

(MARTIN MUTTI, SAG)

die ersteren kaum Lohn erhalten und dass sie ihre Ausrüstung zum größten Teil im Eigenbau erstellt und aus der eigenen Tasche finanziert haben.

Die Zahl der Amateure in der Schweiz aber, die sich an diesen Amateurprojekten beteiligen, kann man nach meinen Schätzungen wohl an einer Hand abzählen. Das ist, bei allem Respekt vor ihren Leistungen, eine kleine Minderheit in Anbetracht der rund 2 500 Mitglieder, welche die Schweizerische Astronomische Gesellschaft zählt. Über diese Mehrheit der Amateure, die Astronomie zum Vergnügen betreibt, möchte ich im Folgenden berichten.

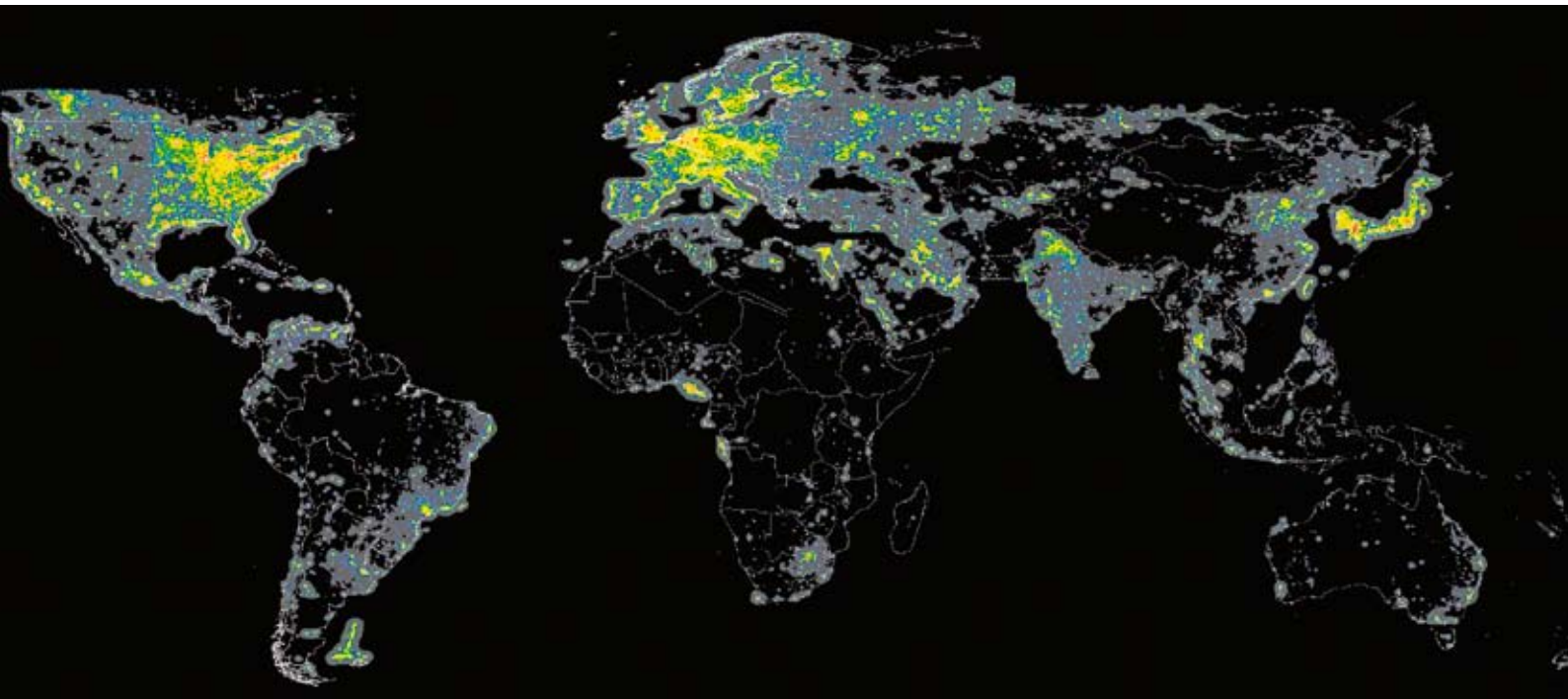
Die Astroamateure früher und heute

Unter den Himmelsbeobachtern, die sich eingehender mit dem Gegenstand ihrer Freizeitbeschäftigung befassen wollten, haben sich bereits im Jahr 1939 einige zur Gründung der *Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft SAG* zusammengefunden. Die Gründungsmitglieder waren von verschiedenster beruflicher Herkunft, denn es fanden sich darunter – wie auch heute noch – Lehrer, Handwerker, Bankiers, Zahnärzte und erstaunlicherweise auch Mitglieder der universitären Lehrkörper. Das gemeinsame Ziel war Austausch von Wissen und Erfahrungen. Zudem gibt die SAG seit 1943 eine Zeitschrift für Amateurastronomen, den *ORION*, heraus.

Zu jener Zeit muss die Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern und den Amateuren enger gewesen sein. So wird berichtet, dass Amateure mehrere Sonnenfinsternis-Expeditionen begleiteten. Auch dürfte beim Instrumentenbau der mannigfaltige berufliche Hintergrund der Amateure den Instituten eine willkommene Unterstützung gewesen sein. Die Tätigkeiten der Amateure – darunter unter anderem das Spiegelschleifen – wurden entsprechend gewürdigt.

LICHTVERSCHMUTZUNG

Beleuchtung der Erde mit künstlichem Licht. Präservierung und Schutz des dunklen Nachthimmels an Orten astronomischer Beobachtungen werden notwendig für die nächsten Generationen. Der Verlust dunkler Nächte für einen Grossteil der Weltbevölkerung betrifft nicht nur die astronomische Forschung, sondern auch die Umwelt und Energieverluste weltweit. (P. CINZANO, F. FALCHI (PADOVA), C.D. ELVIDGE (BOULDER))



So erhielt der Toggenburger Landwirt Friedrich Schmid den Ehrendokortitel für seine Beobachtungen des Zodiaklichtes, und die gleiche Ehrung, diesmal von den Universitäten Basel respektive Bern, wurde dem Schaffhauser Konditor Hans Rohr und dem Berner Fabrikanten Willy Schaerer zuteil.

Heutzutage befassen sich die Amateure nur noch gelegentlich mit dem Bau von Instrumenten, denn diese sind von verschiedenen Herstellern in guter Qualität erhältlich. Die Astroamateure geben heute für ihr Hobby viel Geld aus, und ihre Investitionen überdauern oft Jahrzehnte. Die Sternguckerei ist nicht mehr eine Frage des Geldes. Die Amateure bauen und betreiben ihre eigenen Sternwarten – oft von beeindruckender Größe –, sind interessiert an den Naturgesetzen und sind eifrige Himmelsbeobachter.

Die Sternwarten

Von den rund 35 lokalen Vereinigungen der SAG betreiben etwa die Hälfte eigene Sternwarten, die sie für Schulen und das breite Publikum offen halten und Führungen veranstalten. Dabei werden die Bergzüge und Krater auf dem Mond, die Phasen der Venus und des Merkurs, der Jupiter und seine Monde sowie die Ringe des Saturns gezeigt, die auch noch 400 Jahre nach den Entdeckungen von Galileo Galilei das Publikum in großes Erstaunen versetzen!

Die Demonstratoren schwenken die Teleskope zu den Stern- und Kugelhaufen. Sie zeigen, dass die leuchtenden Nebel und die Dunkelwolken sichtbare Zeugen dafür sind, dass im vermeintlich leeren Raum zwischen den Sternen Materie besteht. Bei guten Witterungsverhältnissen kann man sogar Galaxien sehen, die Millionen von Lichtjahren von uns entfernt sind. Während der Vorführungen entwickelt sich so manches Gespräch über die Geheimnisse des Universums und über das, was als wissenschaftlich gesichertes Wissen gelten kann. Wenn die Besucher dann auf dem Heimweg zur Einsicht gelangen, dass das Universum im Großen und Ganzen dem menschlichen Verständnis zugänglich ist, dann hat sich die Vorführung gelohnt!

Die Vortragsabende

Viele der lokalen Vereinigungen veranstalten auch Vortragsabende für ihre Mitglieder und für das breite Publikum, in der Regel bei freiem Eintritt. Kompetente Fachleute aus der Wissenschaft berichten dabei in einer allgemein verständlichen Darstellung über ihre Tätigkeit und die neusten Ergebnisse ihrer Forschungen. Unter den Zuhörern, den Mitgliedern der Vereinigungen, befindet sich auch das Sternwartenpersonal. Diese wiederum geben das Gehörte den Besuchern der Sternwarten und einem interessierten Freundeskreis weiter. Auf diese Weise findet ein Wissenstransfer von der Person an der Front der Forschung über den Amateurastronom zum interessierten Publikum statt. Dies ist einer der effizientesten Wege für die Wissenschaftler, ihre jüngsten Entdeckungen und Resultate dem (steuerzahlenden) Bürger zu erklären. Dies ist somit auch ein bedeutender Beitrag, den die Astroamateure der Wissenschaft leisten, womit ich die eingangs gestellte Frage teilweise beantwortet habe.

Die individuellen Beobachter

Neben den oben beschriebenen gemeinschaftlichen Aktivitäten, betreiben viele Amateure ihre Leidenschaft für die Astronomie auf eigene Faust. Allerdings geschieht dies in den wenigsten Fällen im Alleingang. Davon zeugen die sehr informell organisierten „Astropartys“. An geeigneten dunklen Plätzen treffen sich Gruppen von Sternfreunden zu gemeinsamen Beobachtungen, die oft bis in die Morgenstunden dauern. Für die Fotografen unter ihnen bilden die verschiedenen Objekte Motive für spektakuläre Bilder, und in Anbetracht des vergleichsweise einfachen Instrumentariums sind die Resultate höchst bemerkenswert. Ergänzt wird diese Tätigkeit unter freiem Himmel durch zahlreiche Treffen, bei denen sie über die Erzeugnisse ihrer Kreativität diskutieren oder Zusatzeinrichtungen bzw. Verbesserungen ihrer Instrumente in Erwägung ziehen.

Die Lichtverschmutzung, das Problem der Amateure

Leider wird die Sicht zum Himmel durch überbordende Lichtreklamen, übertriebene Fassadenbeleuchtungen und schlecht ausgelegte Straßenlampen zunehmend beeinträchtigt. Die Sternfreunde weichen deshalb auf immer abgelegene und exotischere Beobachtungsstandorte aus und müssen stets größere Anfahrtswege auf sich nehmen. Und die zuhause gebliebenen, müssen sie sich mit der Beobachtung der klassischen Objekte wie Mond, und Planeten begnügen? Ist ein dunkler, ungestörter Nachthimmel nicht eine natürliche Ressource, auf die wir alle einen Anspruch haben sollten?

Ist ein dunkler, ungestörter Nachthimmel nicht eine natürliche Ressource, auf die wir alle einen Anspruch haben sollten? Wenn Sie glauben, die Astronomie könnte auch für Sie eine Freizeitbeschäftigung sein, wenden Sie sich bitte an eine der lokalen Amateurvereinigungen. Sie werden dort sicher eine freundschaftliche Aufnahme finden. Vorkenntnisse in der Astronomie sind keine erforderlich, Begeisterung genügt! |

STERNENTWICKLUNG, NUKLEOSYNTHESE, INTERSTELLARE MATERIE

Plejaden Sternhaufen, von bloßem Auge sichtbar, in einer Entfernung von 440 Lichtjahren. Bildmosaik aus mehreren Aufnahmen mit einem 140 mm Teleskop.

(HANSJÖRG WÄLCHLI, SAG)



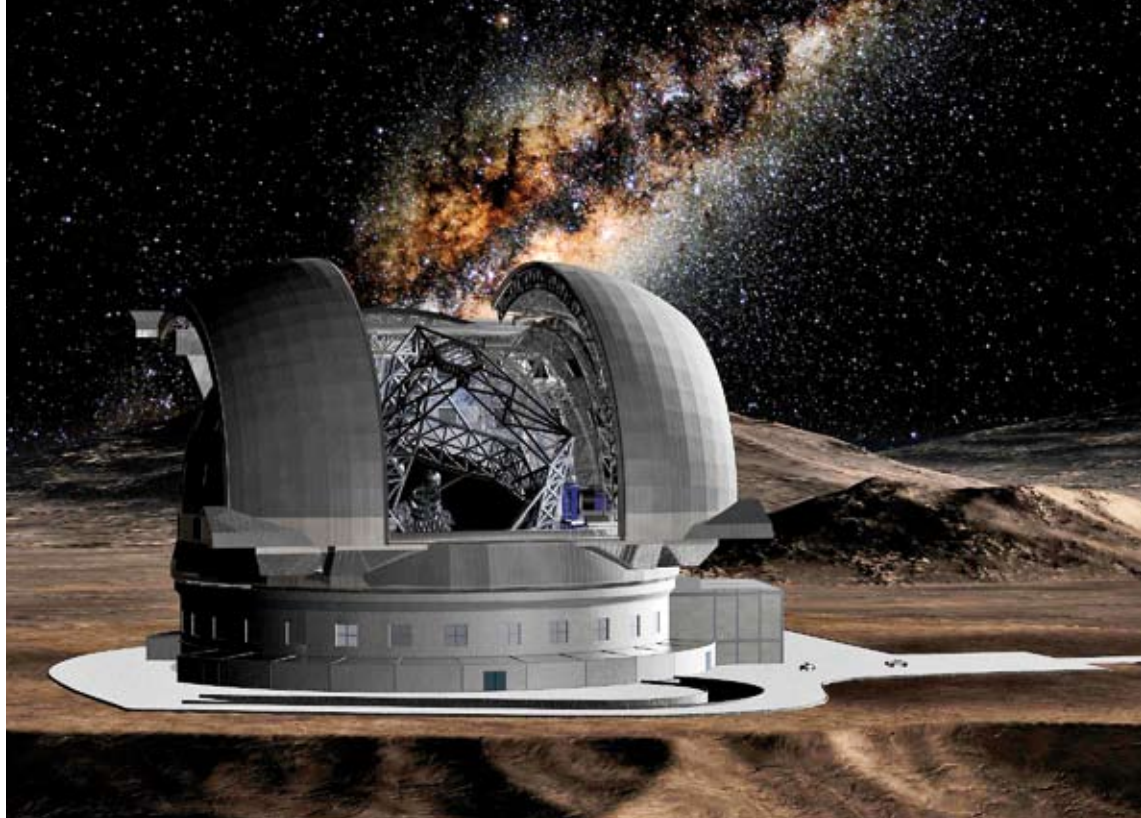


H. Detouche (1854-1913):
Galileo Galilei und der Doge von Venedig

INHALT

Internationales Astronomiejahr 2009 <i>Catherine Cesarsky</i>	3
IYA2009 in der Schweiz <i>Mauro Dell'Ambrogio</i>	5
Von Galilei zum IYA2009 <i>Gilbert Burki & Pierre Dubath</i>	8
Das astronomische Erbe <i>Daniel Pfenniger</i>	12
Die Schweiz und die European Southern Observatory (ESO) <i>Georges Meylan</i>	17
Die Schweiz und die Weltraumforschung <i>Willy Benz</i>	21
Astronomische Institutionen in der Schweiz <i>Hans-Martin Schmid & Daniel Schaerer</i>	25
Die Schweizer Amateurastronomen <i>Max Hubmann</i>	30

Zukünftiges European Extremely Large Telescope (künstlerische Darstellung). (ESO)



KONTAKT

SPOC und schweizer Koordinator

Pierre Dubath (Pierre.Dubath@unige.ch)

Regionalkoordinatoren

Basel: Bruno Binggeli (Bruno.Binggeli@unibas.ch)

Bern: Kathrin Altwegg (kathrin.altwegg@space.unibe.ch)

Graubünden: Werner Schmutz (werner.schmutz@pmodwrc.ch)

Romandie: Gilbert Burki (Gilbert.Burki@unige.ch)

Ticino: Nicolas Cretton (nicolas.cretton@gmail.com)

Zürich: Philippe Jetzer (jetzer@iftp.uzh.ch)

Astronomische Gesellschaften

Schweizerische Gesellschaft für Astrophysik und Astronomie (SGAA/SSAA):

Daniel Schaerer (Daniel.Schaerer@unige.ch)

Hans-Martin Schmid (schmid@astro.phys.ethz.ch)

Schweizerische Astronomische Gesellschaft (SAG/SAS): Max Hubmann
(hubmann_ulmer@freesurf.ch)

Für mehr Informationen über das Internationale Astronomiejahr 2009, Anlässe, Ausstellungen, Events und vieles mehr, besuchen Sie bitte die folgenden Seiten:

INTERNATIONAL

www.astronomy2009.org

NATIONAL

www.astronomy2009.ch

