

# Wie schwer wiegt unser Wissen? = Le poids de nos connaissances

Autor(en): **Cramer, Noël**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **48 (1990)**

Heft 240

PDF erstellt am: **31.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898897>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Wie schwer wiegt unser Wissen?

NOËL CRAMER

Die ständige Ausdehnung der Städte und die dort geschaffene grelle Stadtbeleuchtung, zusammen mit aggressiver Lichttreklame, wie sie vom Dancing Macumba in Schweizer Grenznähe zu beobachten ist, all dies sind Störfaktoren für den stillen Beobachter der Schönheiten, die uns der nächtliche Sternenhimmel bei klarem Wetter bietet.

Dennoch kennt die Astronomie derzeit eine Phase voller Abenteuer, wie sie die Geographen und Naturforscher in den letzten drei Jahrhunderten bereits erlebt haben. Die Erforschung unseres Planeten Erde ist weitgehend abgeschlossen. Hingegen hat sich unser Bild vom Weltall noch nie so rasch entwickelt.

Der Hauptunterschied zwischen der Erforschung unserer Erde und von Objekten im Weltall besteht darin, dass es dem Menschen aufgrund der grossen Entfernungen praktisch unmöglich gewesen ist, Objekte im Kosmos aus nächster Nähe zu untersuchen. Ausgeschlossen sind einige wenige Himmelskörper in Erdnähe: der Mond, vielleicht auch der Planet Mars, sowie eine kleine Anzahl von Asteroiden.

Daher müssen Beobachtungen unseres Sonnensystems noch über einen beträchtlichen Zeitraum hinweg von der Erde aus durchgeführt werden. Immer häufiger werden auch Raumfahrzeuge zur Erforschung benachbarter Planeten eingesetzt. So hat der von amerikanischen Astronauten durchgeführte berühmte Flug zum Mond und zurück zur Erde 10 Tage gedauert, während das Raumschiff Voyager 2 im Jahre 1989 nach 12 Jahren endlich den Planeten Neptun erreichte.

Sobald wir unser Sonnensystem verlassen, werden die Entfernungen ungleich grösser. Diese Distanzen können bekanntlich am besten vor Augen geführt werden, wenn man sie mit der Lichtgeschwindigkeit vergleicht. Das Licht legt etwa 300'000 Kilometer pro Sekunde zurück, was etwa sieben Erdumfängen entspricht. Für den Weg zwischen Erde und Mond braucht es 1.3 Sekunden, von der Sonne bis zu uns 8 Minuten und 20 Sekunden; zur Bahn des Planeten Pluto, der im Jahre 1930 nach langjähriger zäher Forschungsarbeit am äussersten Rand unseres Sonnensystems entdeckt wurde, braucht das Licht weitere 5 1/2 Stunden. Zusätzliche 4 Jahre würde es dauern, bis es auf den der Erde am nächsten gelegenen Stern treffen würde, nämlich die Sterngruppe  $\alpha$ , Centauri. Vergleichsweise müsste die Raumsonde Voyager 2 für diese vier Lichtjahre etwa 100'000 Jahre unterwegs sein. Diese ersten Forschungen betreffen nur einen sehr kleinen Teil unseres Weltalls, und bereits hier sind wir zwangsläufig Zuschauer im weithin unerforschten Universum.

Dieses Universum ist jedoch nach noch viel grösseren Massstäben aufgebaut. Alle Sterne, die wir mit dem nackten Auge erkennen können, gehören zu «unserer» Milchstrasse, einer Galaxie, die etwa 100 Milliarden Sterne zählt und einen Durchmesser von ca. 100'000 Lichtjahren aufweist. Unsere Galaxie ist wiederum von anderen Galaxien verschiedenster Formen und Durchmesser umgeben. Sie sind voneinander mehrere hunderttausend bis zu Millionen von Lichtjahren entfernt. Bisher wurden einige Millionen Galaxien registriert, deren grösste Entfernung mit nahezu 15 Milliarden Lichtjahren angegeben werden kann. Das uns erreichende Licht dieser Galaxien hat demnach seine Reise begonnen, als das Weltall noch relativ jung war, denn sein Alter wird auf 15 bis 20 Milliarden Jahre geschätzt.

## Le poids de nos connaissances

NOËL CRAMER

Avec le développement constant de notre civilisation urbaine, la pollution lumineuse provenant de l'éclairage public souvent mal conçu, ainsi que de certaines formes de publicité agressives (cf. les projecteurs mobiles du dancing «Macumba» près de la frontière genevoise), rend de plus en plus difficile la simple prise de conscience par chacun de la beauté du ciel étoilé qui s'offre à notre vue chaque nuit de temps clair.

L'astronomie vit pourtant à l'époque actuelle l'aventure qu'ont connu les géographes et les naturalistes des trois derniers siècles. Si l'exploration de la Terre est maintenant en grande partie achevée, l'expansion de notre vision de l'univers, par contre, ne s'est encore jamais déroulée avec une telle rapidité. Une différence importante distingue cependant l'exploration du cosmos de celle de la surface terrestre: à part quelques corps célestes voisins de nous tel que notre Lune, et peut-être la Planète Mars et un petit nombre d'astéroïdes, il est pratiquement impossible à l'homme de se rendre sur place pour y faire ses observations. Le système solaire continuera donc encore longtemps à être exploré par des engins automatiques et par des observations faites à partir de la Terre. En effet, il a fallu une dizaine de jours à nos astronautes pour effectuer le voyage Terre - Lune et retour, et 12 ans à la sonde Voyager 2 pour atteindre la planète Neptune en 1989.

Quand nous sortons de notre système solaire, les distances deviennent incomparablement plus grandes. Nous savons que l'une des meilleures manières de visualiser ces distances est de les exprimer en termes de temps mis par la lumière pour les parcourir. Avec sa vitesse d'environ 300'000 km/sec, la lumière peut faire un peu plus de 7 fois le tour de la Terre en une seconde.

Elle met 1.3 seconde pour parcourir la distance Terre - Lune; 8 minutes et 20 secondes pour parvenir du Soleil, et 5 heures et 30 minutes supplémentaires pour atteindre l'orbite de la planète Pluton, située aux confins du système solaire et découverte en 1930 après de nombreuses années de pénibles recherches. Pour rencontrer l'étoile la plus proche, le système multiple  $\alpha$  Centauri visible dans l'hémisphère austral, la lumière doit encore voyager pendant plus de 4 ans. La sonde Voyager 2 mettrait quelque 100'000 ans pour parcourir cette distance supplémentaire de 4 «années lumière»! On voit que déjà à cette toute première étape de l'exploration de l'univers nous sommes, par la force des choses, des spectateurs. L'univers est pourtant bâti sur une échelle beaucoup plus vaste encore. Toutes les étoiles visibles à l'oeil nu font partie d'une galaxie, notre «voie lactée», qui comprend plus de cent milliards d'étoiles et s'étend sur un diamètre d'environ 100'000 années lumière. Notre galaxie est entourée d'autres galaxies de types et de dimensions diverses, distantes entre elles de quelques centaines de mille à millions d'années lumière. Plusieurs millions de galaxies sont répertoriées actuellement; les plus distantes connues se trouvent à presque 15 milliards d'années lumière. La lumière qui nous parvient de ces dernières a donc commencé son voyage au moment où l'univers était encore relativement «jeune», car les estimations de son âge se situent entre 15 et 20 milliards d'années.

On pourrait donc penser que nos moyens d'investigation sont de ce fait extraordinairement limités; il semblerait aussi que notre extrême isolement fait que l'évolution de la vie sur Terre s'est déroulée indépendamment des processus physi-

Man könnte daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass unseren Forschungsmethoden sehr enge Grenzen gesetzt sind. Ausserdem scheint es auf den ersten Blick so, als ob aufgrund der relativen Isolation unseres Sonnensystems das Entstehen von Lebewesen auf unserer Erde mit den physikalischen Vorgängen im übrigen Universum nicht im Zusammenhang steht. Wir werden sehen, dass weder der erste noch der zweite Punkt zutrifft.

Zwischen uns «Zuschauern» im Weltall und den Gestirnen stellt die elektromagnetische Strahlung die Hauptverbindung dar. Der für uns wahrnehmbare Teil dieser Strahlung ist das Licht, und wahrnehmbar ist in gewissem Sinne auch die Infrarotstrahlung, die wir als Wärme auf der Haut empfinden. Das elektromagnetische Spektrum reicht einerseits über die Infrarotstrahlung hinaus bis zu den Mikro- und Radiowellen und umfasst andererseits im Kurzwellenbereich Ultraviolett-Röntgen- und Gammastrahlen. Diese letzteren sind für uns nicht wahrnehmbar; hinzu kommt, dass der grösste Teil kosmischer Strahlen von der oberen Atmosphäre absorbiert wird und die Erdoberfläche nie erreicht.

Jeder Fernsehzuschauer weiss, dass die weitgestreuten Informationen über Radiowellen in sein Gerät gelangen. Ohne diesen Empfänger oder eventuell einen anderen «Dekoder» bliebe für ihn diese Strahlung unbemerkt. In ähnlicher Weise erhalten wir elektromagnetische Strahlung von fast jedem Objekt im Kosmos. Die Sonnenstrahlung ausgenommen, sind die vom Kosmos eintreffenden Strahlungen viel schwächer als jene, die wir über unsere Fernsehantennen empfangen. Allerdings sind sie Zeugen der physikalischen Bedingungen, die zur Zeit ihrer Emission im entfernten Kosmos herrschten. Diese Botschaften aus dem Weltall unterliegen gültigen physikalischen Gesetzen. Ihre Dekodierung hängt einerseits von unseren physikalischen Kenntnissen und unserer Fähigkeit zu ihrer Anwendung ab, andererseits aber auch von den uns zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten. Auf beiden voneinander abhängigen Gebieten haben die raschen technischen Fortschritte der letzten Jahre der Astronomie beachtlichen Aufschwung ermöglicht. Ein Ereignis jüngsten Datums bietet hier ein ausgezeichnetes Beispiel: es spielte sich auf der südlichen Erdhemisphäre ab und wurde von den Astronomen seit 400 Jahren erwartet! In der Grossen Magellanschen Wolke, einer kleinen, 170'000 Lichtjahre entfernten Galaxie, explodierte am 23. Februar 1987 ein Stern mit der ungefähr fünfzehnfachen Masse der Sonne und erreichte somit das Ende seiner Existenz. Solche Supernovaexplosionen ereignen sich in unserer Galaxie zweis bis dreimal in einem Jahrhundert. Sie zählen zu den heftigsten Ereignissen im Weltall. Die ihnen eigene Leuchtkraft kann über mehrere Wochen die Intensität von 10 Milliarden Sonnen annehmen. In unserer Milchstrasse finden solche Explosionen häufig hinter einer starken Schicht interstellaren Staubes statt und bleiben deshalb unbeobachtet. Die letzte mit blossem Auge ohne weiteres sichtbare Supernova stammt aus dem Jahr 1604 und wurde von Kepler wenige Jahre vor der Erfindung des ersten Teleskops beschrieben. Im Laufe der Geschichte wurden über 640 Supernovae beobachtet. Fast alle Explosionen fanden in ausserordentlich weit entfernten Galaxien statt, was ihre Erforschung sehr erschwerte. Eine Ausnahme bildet die jüngste Explosion in der Magellanschen Wolke, deren scheinbare Leuchtkraft über Wochen derjenigen der hellsten Sterne entsprach.

Diese Supernova, genannt SN 1987A, entdeckte ein junger kanadischer Astronom, I. Shelton, während einer Beobachtungsmission im Observatorium Las Campanas in Chile.

ques en cours dans le reste de l'univers. Nous verrons plus loin que ni l'une ni l'autre de ces suppositions n'est correcte.

Le principal lien entre les spectateurs que nous sommes et les astres est le rayonnement électromagnétique. La partie directement perceptible par nous de ce rayonnement est ce que nous appelons la «lumière» ainsi que, dans certaines limites, le rayonnement infrarouge qui produit une sensation de chaleur sur la peau. Le spectre électromagnétique s'étend loin au-delà de l'infrarouge vers les micro-ondes et les ondes radio et, du côté des longueurs d'onde courtes, vers l'ultraviolet, les rayons X et gamma. Ces rayonnements nous sont imperceptibles; de plus, la majeure partie de ceux d'origine cosmique sont absorbés par la haute atmosphère et ne parviennent jamais au sol.

Chaque téléspectateur sait qu'il est en permanence traversé par de grandes quantités d'informations diffusées par les émetteurs locaux sous la forme d'ondes radio. Ce rayonnement lui est imperceptible jusqu'au moment où il s'équipe d'un récepteur approprié, muni peut-être en plus d'un décodeur. D'une manière semblable, nous recevons du rayonnement électromagnétique de presque chaque objet cosmique. Si l'on fait abstraction du rayonnement solaire, les flux d'origine cosmique sont beaucoup plus faibles que ceux captés par nos antennes TV; mais ces rayonnements portent les signatures des conditions physiques qui régnaient au moment de leur émission dans des milieux très lointains. Ces messages sont codés par les lois de la physique qui sont universelles. Leur décodage dépend de notre connaissance de la physique et de notre aptitude à utiliser ses lois, mais dépend aussi de la qualité des moyens techniques dont nous disposons. Ce sont les progrès réalisés dans ces deux domaines très interdépendants qui sont à l'origine du rapide avancement de l'astronomie moderne. Un événement récent en donne une excellente illustration: Le 23 février 1987 se produisit dans l'hémisphère austral un événement qu'attendaient les astronomes depuis presque quatre siècles.

Dans le grand nuage de Magellan, une petite galaxie voisine de la nôtre et distante de quelque 170'000 années lumière, une étoile environ 15 fois plus massive que notre Soleil arriva au terme de son existence en explosant. De telles explosions de «supernovae» ont lieu deux à trois fois par siècle dans notre voie lactée; ce sont les événements les plus violents connus dans l'univers. Leur éclat intrinsèque peut atteindre pendant quelques semaines l'équivalent de dix milliards de Soleils. Dans notre voie lactée, la grande quantité de poussière interstellaire répartie dans le plan galactique nous en cache le plus souvent la vue. La dernière supernova facilement visible à l'oeil nu a été observée en 1604, et décrite par Kepler quelques années avant l'invention du télescope. Plus de 640 supernovae ont été observées au cours de l'histoire. Presque toutes ont eu lieu à des distances énormes, dans des galaxies lointaines, et furent de ce fait difficiles à étudier. Celle du grand nuage de Magellan atteignit, par contre, pendant quelques semaines l'éclat apparent des étoiles les plus brillantes.

L'apparition de SN 1987A dans le ciel fut signalée par un jeune astronome canadien, I. Shelton, qui se trouvait à l'observatoire de Las Campanas au Chili. Tous les observatoires favorablement placés pour observer le ciel austral se mirent aussitôt à l'oeuvre; notamment l'observatoire européen à La Silla de l'ESO (European Southern Observatory), situé également dans le désert d'Atacama au Chili, et actuellement le plus grand observatoire du Monde. Des radiotélescopes au Chili et en Australie se mirent à l'écoute. Le satellite astrono-

Sämtliche für Beobachtungen des Südhimmels geeigneten Observatorien befassten sich sogleich mit diesem Phänomen. Auch das Observatorium der ESO (European Southern Observatory), in der chilenischen Atakama-Wüste gelegen und z. Zt. grösstes Observatorium der Welt, beteiligte sich daran. Radioteleskope in Chile und Australien traten in Aktion und fingen Radiowellen auf. Der Satellit IUE (International Ultraviolet Explorer) war zur Beobachtung entfernter ultravioletter Strahlung vorgesehen, die vollständig von der Erdatmosphäre absorbiert wird. Er registrierte den ersten starken UV-Einfall, der sich äusserst rasch verringerte. Ginga, ein soeben gestarteter japanischer Satellit, versuchte, Röntgenstrahlen ausfindig zu machen. Die Astronauten der sowjetischen Raumstation MIR sowie die automatische Ausrüstung des amerikanischen Satelliten SMM (Solar Maximum Mission), der Sonnenbeobachtungen durchführte und kurz zuvor vom Astronautenteam des space shuttle auf seiner Umlaufbahn repariert worden war, suchten nach Gammastrahlungen, die vom Cobalt 56-Zerfall stammten (Röntgen- und Gammastrahlen wurden erst ab Ende 1987 verzeichnet, als die Hülle des Ursterns, von der Explosion nach aussen geschleudert, durch den Prozess seiner schnellen Ausdehnung «durchsichtig» wurde). Nicht zuletzt registrierte das Kuiper Airborne Observatory die Infrarotstrahlung; hierbei handelt es sich um ein Flugzeug, das mit Spezialgeräten sowie einem 90 cm Teleskop ausgerüstet und für diese Beobachtungen vorgesehen ist. Zwei grosse unterirdische Detektoren, einer in den USA und der andere in Japan, die zum Messen des Protonenzerfalls eingesetzt waren und von denen jeder mehrere Tausend Tonnen Wasser enthielt, zeichneten Vorgänge auf, bei denen es sich nur um kosmische Neutrinos handeln konnte, da sie etwa drei Stunden vor Erscheinen der Supernova auftraten. Es sind dies kaum wahrnehmbare Teilchen, die ohne weitere Reaktion durch Materie durchdringen können und die darum unbehindert unsere Erde durchqueren können. Genau diese Situation wurde von den beiden Detektoren in der nördlichen Hemisphäre beobachtet. Die 19 von den Geräten erfassten Neutrinos zeigten, dass ein unglaublicher Neutrinofluss von 50 Milliarden pro  $\text{cm}^2$  die Erde (und somit einen jeden von uns!) einige Sekunden lang durchquert hat. Diese Beobachtung war eigentlich nur eine Bestätigung für die theoretischen Voraussagen, dass es sich um die Entstehung eines «Neutronensterns» handeln würde. Diese Neutrinos entstanden, als der innere Kern des Sterns in einigen hundertstel Sekunden zu einem Neutronenstern zusammenfiel (bei der Fusion eines Elektrons und eines Protons zu einem Neutron entsteht ein Neutrino).

Bei der Untersuchung photographischer Platten, die das 1-Meter Schmidt Teleskop vorher vom Gebiet der Supernova gemacht hatte, entdeckten Forscher von ESO mit Hilfe von Beobachtungen des IUE-Satelliten den Urstern. Allen klassischen Theorien zum Trotz war dies ein «blauer Riese» und kein «roter Riese» mit ausgedehnter und relativ kalter Atmosphäre. Diese Beobachtung scheint Berechnungen jüngerer Datums zu bestätigen, bei denen die Astrophysiker durch Sternwinde entstandenen Massenverlust sowie Zentralkonvektion bei den massivsten Sternen berücksichtigt hatten. Einige Monate nach der Explosion wurden die grossen Teleskope in Chile und Australien dazu eingesetzt, die Reflektion des von der Explosion stammenden Lichtes auf den Wolken interstellaren Staubs zu überwachen und dessen Entwicklung zu verfolgen. Diese grossen Teleskope sind mit Detektoren ausgerüstet, die in der Lage sind, elektronische Photographien

mique IUE (International Ultraviolet Explorer), conçu pour faire des observations du rayonnement ultraviolet lointain qui est totalement absorbé par l'atmosphère terrestre, enregistra l'intense flux UV initial et sa très rapide décroissance. Le satellite japonais GINGA, qui venait d'être lancé, tenta de détecter du rayonnement X. Les astronautes à bord de la station spatiale soviétique MIR ainsi que les équipements automatiques du satellite américain SMM (Solar Maximum Mission), destiné à la surveillance du Soleil et réparé auparavant en orbite par une équipe de la navette spatiale, cherchèrent à déceler le rayonnement gamma provenant de la décomposition du Cobalt-56 (les rayonnements X et gamma commencèrent à apparaître fin 1987, lorsque l'enveloppe gazeuse de l'étoile primitive, chassée par l'explosion centrale, devint plus transparente sous l'effet de son expansion rapide). Des données dans l'infrarouge ont été obtenues par le Kuiper Airborne Observatory, un avion spécialement équipé pour ce type d'observations et muni d'un télescope de 90 cm. Deux grands détecteurs souterrains, au Japon et aux Etats-Unis, destinés à la recherche de la désintégration du proton et contenant chacun plusieurs milliers de tonnes d'eau, enregistrèrent des événements qui ne pouvaient être que des neutrinos d'origine cosmique environ trois heures avant que la supernova ne devienne visible. Ces particules, les plus fugitives qui soient, ont une si faible probabilité d'interagir avec la matière qu'elles peuvent traverser la Terre sans être gênées. Ce fut le cas pour les neutrinos vus par ces détecteurs situés dans l'hémisphère nord; les 19 neutrinos comptés par ces instruments ont démontré qu'un flux fantastique de 50 milliards de neutrinos par centimètre carré a traversé la Terre (et chacun de nous!) pendant quelques secondes. Cette observation a prouvé pour la première fois que l'on a bien assisté à la formation d'une «étoile à neutrons» lors de l'explosion, comme le prédisait la théorie. Ces neutrinos ont été émis au moment où le noyau central de l'étoile s'est effondré, en quelques centièmes de seconde, en une étoile à neutrons (un neutrino est émis lors de la fusion d'un électron et d'un proton en un neutron). En cherchant sur des clichés faits auparavant par le télescope de Schmidt de 1 m du champ contenant la supernova, des chercheurs de l'ESO, aidés par des observations provenant du satellite IUE, purent identifier l'étoile progénitrice. Contrairement aux théories classiques cette étoile avait été une supergéante bleue, et non une supergéante rouge à l'atmosphère très étendue et relativement froide. Cette observation tendait à confirmer des calculs récents d'évolution stellaire faits par les astrophysiciens, qui tiennent compte de la perte de masse par les étoiles les plus massives. Quelques mois après l'explosion, les grands télescopes au Chili et en Australie, équipés de détecteurs CCD qui font des photographies électroniques susceptibles d'être immédiatement analysées par ordinateur, se mirent à suivre l'évolution de reflets de la lumière de l'explosion sur des nuages de poussière interstellaire proches de la supernova. Ces «échos lumineux» permettent de définir la forme et l'emplacement de ces nuages et d'en estimer la densité. Des observations spectroscopiques, faites durant les premières semaines où la supernova était encore très brillante, mirent en évidence plus d'une vingtaine de nuages répartis à des distances différentes le long de la ligne de visée, dans l'espace intergalactique, et dont l'existence avait été insoupçonnée.

Si notre système solaire s'était trouvé plus proche d'une vingtaine d'années lumière du grand nuage de Magellan, ce qui en d'autres termes aurait signifié que cette supernova serait apparue 20 ans plus tôt dans le ciel austral, la plus grande

aufzunehmen, die wiederum von Computern direkt auswertbar sind. Diese «Lichtechos» geben Auskunft über die Form und die räumliche Lage der «Staubwolken» und ermöglichen eine Schätzung ihrer Dichte. Spektroskopische Beobachtungen wurden in den ersten Wochen durchgeführt, als die Supernova noch besonders hell war. Dabei konnten über 20 Wolken registriert werden, in Sichrichtung in unterschiedlichen Entfernungen im intergalaktischen Raum verteilt, von deren Existenz bisher niemand wusste.

Angenommen, die Entfernung zwischen unserem Sonnensystem und den Magellanschen Wolken wäre um 20 Lichtjahre kleiner – was bedeutet, dass die Supernova 20 Jahre früher im Südhimmel erschienen wäre – dann wäre uns ein grosser Teil der Supernova-Botschaft nach ihrer 170'000 Jahre dauernden Reise verloren gegangen.

Denn vor 20 Jahren existierten die grossen Observatorien auf der südlichen Halbkugel mit ihren leistungsfähigen Instrumenten noch nicht, Astronomie-Satelliten waren nicht verfügbar, über kosmische Neutrinos gab es nur erste Hypothesen, und theoretische Kenntnisse über Sternentwicklungen standen in den ersten Anfängen, weil die wenigen leistungsstarken Computer, die solche Berechnungen hätten durchführen können, vollständig überlastet waren.

Welche Verbindung besteht zwischen dieser so weit entfernten Supernovaexplosion und dem Leben auf unserer Erde? Es ist bekannt, dass die meisten Elemente im Weltall, die schwerer sind als Helium, während einer Supernovaexplosion synthetisiert und in das Weltall hinausgeschleudert wurden. Gleichermassen entstand unser Sonnensystem aus angereicherter Materie, den Überresten solcher Explosionen, und analog dem Zyklus von Tod und Wiedergeburt der Sterne bildet die «Asche» verstorbener Sterne auch das Grundmaterial für unsere menschliche Existenz.

Aufgrund der raschen Entwicklung leistungsfähiger Instrumente befinden wir uns zum heutigen Zeitpunkt auf der Schwelle einer neuen Ära grundlegender Entdeckungen. Die Phantasie des Theoretikers muss durch immer neue, unerwartete Beobachtungen angeregt werden, doch bringt erst die Antwort der Natur die Bestätigung für die Richtigkeit eines Konzeptes. Bis zum Ende des ausgehenden Jahrhunderts wird das im Mai 1990 gestartete Hubble Space Telescope (HST) das beobachtbare Universum um ein Tausendfaches erweitern. Der Astrometrie-Satellit Hipparcos der ESA (European Space Agency) wird, am Ende seiner Mission, trotz eines anfänglichen Motorschadens die Genauigkeit der Messungen von Sterndistanzen um ein Zehnfaches verbessert haben. Weitere Satelliten zur Erfassung von Radio-, Infrarot, Röntgen- und Gammastrahlen werden demnächst gestartet. Der Bau mehrerer Riesenteleskope sollte ebenfalls vor Ende des 20. Jahrhunderts abgeschlossen sein, darunter als grösstes das VLT (Very Large Telescope) der ESO, dessen vier Teleskope von je acht Metern Durchmesser gekoppelt zusammen einem Durchmesser von sechzehn Metern entsprechen. Neueste technische Errungenschaften auf den Gebieten aktiver und adaptiver Optik, die z.Zt. von ESO getestet werden, kommen diesen neuen Teleskopen zugute.

Unser Wissen vermehrt sich mit einer ausserordentlichen Geschwindigkeit, und in diesem Rahmen nimmt der Dialog zwischen Fachwissenschaftlern und Laien einen wichtigen Platz ein. Dieser Dialog soll dazu beitragen, neugewonnene Kenntnisse dem breiten Publikum weiterzuvermitteln, sie ihm zugänglich zu machen, damit sie ihren Weg in unsere Kultur finden. Zu diesem Prozess kann der Amateur einen wichtigen Beitrag leisten.

partie de son message qui a voyagé 170'000 ans aurait été perdue! En effet, les grands observatoires situés au sud de l'équateur et équipés de puissants moyens instrumentaux n'existaient pas encore, les satellites astronomiques n'avaient pas été construits, la détection de neutrinos d'origine cosmique était encore hypothétique, les connaissances théoriques de l'évolution stellaire étaient encore rudimentaires à cause de la difficulté d'accès aux rares ordinateurs suffisamment puissants pour calculer des modèles d'étoiles.

Quelle relation cet événement bien lointain peut-il avoir avec la vie sur notre Terre? En fait, nous savons que la grande majorité des éléments plus lourds que l'hélium que l'on rencontre dans l'univers ont été synthétisés lors d'explosions de supernovae et éjectés dans l'espace. Notre système solaire s'est formé à partir de matériaux enrichis par les résidus de supernovae plus anciens et nous sommes constitués, de ce fait, de «cendres» provenant de la mort d'une multitude d'étoiles.

Aujourd'hui, nous nous trouvons sur le seuil de nouvelles découvertes fondamentales qui seront en grande partie dues à l'évolution instrumentale; l'imagination des théoriciens doit être stimulée par des observations inattendues et, de toute façon, seul le verdict donné par l'interrogation de la nature peut valider un concept théorique. La fin de ce siècle aura vu l'exploitation du Télescope Spatial Hubble qui augmentera d'un facteur 1000 le volume de l'univers observable. Le satellite astrométrique Hipparcos de l'ESA (Agence Spatiale Européenne), malgré la défaillance de son moteur d'apogée, aura amélioré d'un facteur 10 la précision de la mesure des distances aux étoiles. D'autres satellites destinés aux observations des rayonnements radio, infrarouge, X et gamma auront été lancés. Plusieurs télescopes géants auront été réalisés, dont le plus grand sera le VLT (Very Large Telescope) de l'ESO et consistera en quatre télescopes de 8 m de diamètre chacun qui, couplés, équivaldront à un télescope de 16 m de diamètre. Ces télescopes bénéficieront des nouvelles techniques de l'optique active et adaptative qui sont en cours de mise au point à l'ESO, par exemple.

Cette constante accélération de notre savoir rend de plus en plus important le dialogue entre le chercheur spécialisé et le reste de la population, afin que les nouvelles connaissances, qui sont souvent étrangères à notre perception usuelle, puissent harmonieusement s'intégrer à notre culture. C'est dans ce dernier processus que l'amateur peut jouer un rôle très important, comme médiateur.

Et, pour conclure, quel «poids» représente en ce moment notre savoir? Cette question n'est pas aussi ridicule qu'elle paraît au prime abord: une grande oeuvre musicale ne «pèse» que quelques grammes sur un disque compact, et ce poids est effectivement celui du support. Nous savons qu'il existe une relation très simple qui lie la masse à l'énergie, comme Einstein l'a démontré au début de ce siècle. Si nous estimons l'énergie totale captée par tous les yeux qui ont scruté le ciel depuis l'antiquité, et par tous les télescopes qui ont servi jusqu'à nos jours, et convertissons cette énergie en masse, nous obtenons l'équivalent d'une petite pincée de sel! La masse équivalente de la lumière, c'est-à-dire du support de tout ce que nous savons sur l'Univers...

(Adapté de l'avant-propos de l'auteur paru dans «Guide des étoiles et planètes», D. Menzel, J. Paschoff, Delachaux & Niestlé, 1989)

NOËL CRAMER,  
Observatoire de Genève,  
CH-1290 Sauverny

Welches «Gewicht» stellt nun letztlich unser derzeitiges Wissen dar? Diese Frage ist weniger banal als es auf den ersten Blick erscheinen mag: ein musikalisches Meisterwerk wiegt auf einer CD nur wenige Gramm, die wiederum lediglich das Gewicht des Tonträgers darstellen. Einstein hat zu Beginn unseres Jahrhunderts gezeigt, dass Masse und Energie durch eine relativ einfache Beziehung verbunden sind. Wenn wir die gesamte Energie, die bei Beobachtungen seit der Antike von den forschenden Augen aufgenommen wurde zu derjenigen addieren, die von unseren Teleskopen empfangen wurde, und die Summe dieser Energien in Masse umrechnen, dann entspricht das Ergebnis einer kleinen Prise Salz! Gleichbedeutend der entsprechenden Masse des Lichtes, d.h. des «Tonträgers» all dessen, was wir bisher über das Weltall wissen...

NOËL CRAMER, Observatoire de Genève, CH-1290 Sauverny  
(Übersetzung: ELISABETH TEICHMANN)  
(Nach einem Vorwort erschienen im «Guide des étoiles et planètes», D. Menzel, J. Pasachoff, Delachaux & Niestlé, 1989)

#### ASTRO-MATERIALZENTRALE SAG

**Selbstbau-Programm SATURN** gegen fr. 1.50 in Briefmarken. SPIEGELSCHLEIFGARNITUREN enthalten sämtliche Materialien zum Schleifen eines Parabolspiegels von 15 cm Durchmesser oder grösser. SCHWEIZER QUALITÄTSOPTIK SPECTROS: Spezialvergütete Okulare, Filter, Helioskope, Fangspiegel, Achromate **Okularschlitten**, Okularauszüge, Fangspiegelzellen, Suchervisiere, Hauptspiegelzellen...

Unser Renner: SELBSTBAUFERNROHR SATURN für Fr. 168.-  
Quarz-Digital-Sternzeituhr ALPHA-PLUS 12/220 Volt.

**SAM-Astro-Programm** Celestron + Vixen gegen Fr. 2.- in Briefmarken: Attraktive SAM-Rabatte für SAG Mitglieder GRATIS TELESKOPVERSAND! Schweizerische Astronomische Materialzentrale SAM, Fam. Gatti, Postfach 251, **CH-8212 Neuhausen a/Rhf 1.**

**Neue Telefonnummer: 053/22 54 16**

## FREITAG, DER DREIZEHNTE MIT VOLLMOND

E. LAAGER

Vor zwei Jahren (ORION Nr. 225, Seite 80) stellte ich am Schluss eines kleinen Artikels beiläufig die Frage: "Wie häufig trifft der Vollmond auf einen Freitag, den Dreizehnten? – Gibt es dazu Untersuchungen oder weiss jemand, wie man das Problem anpacken müsste?"

Die Problemstellung hat einige Sternfreunde zum Rechnen angeregt. Es ist erstaunlich, was sich diese Leute – angeregt durch die Möglichkeiten der leistungsfähigen Rechner – an differenzierten Fragestellungen zusätzlich noch einfallen liessen. Wir werden sehen!

- Ich habe Zuschriften erhalten von
- Daniel Chartouni, Haldenstrasse 5, CH-9436 Balgach.
- Hermann-Michael Hahn, Hofrichterstrasse 6, D-5000 Köln 80.
- Prof. Manfred Oswalden, Weidling, Feldergasse 55, A-3400 Klosterneuburg.
- Prof. Jörg W. Stucki, Wangenstrasse 46, CH-3018 Bern.

Aus dieser umfangreichen Korrespondenz möchte ich hier einige Ergebnisse zusammenfassen. (Zitate zum Teil gekürzt.)

### a) Zum Berechnungsprinzip

Die Vollmonddaten mit Berechnungen zu finden, ist nicht ganz einfach. Ich hatte nicht die Möglichkeit, mich mit den Computerprogrammen zu befassen. Immerhin habe ich festgestellt, dass die berechneten Daten von Oswalden und von Stucki übereinstimmen, soweit von beiden Autoren Angaben für den gleichen Zeitraum vorliegen.

Zwar ist die durchschnittliche Länge eines Synodischen Monats – Zeit von Vollmond zu Vollmond – sehr genau bekannt (29.530589 Tage). Die tatsächlichen Zeitspannen schwanken jedoch beträchtlich; für 1990 beispielsweise zwischen 29.297 Tagen (Maivollmond bis Junivollmond) und 29.803 Tagen (November- bis Dezembervollmond).

Würden wir nun unserer Berechnung den Zeitpunkt des Januarvollmondes (26.1.90 20:20 MEZ) zu Grunde legen und jeweils regelmässig 29.530589 Tage addieren, dann kämen wir in sechs Monaten des Jahres 1990 auf ein falsches Vollmonddatum. Dieses Verfahren, das vielleicht zunächst einleuchten mag, ist also nicht zu gebrauchen. Es muss daher mit einem Programm gerechnet werden, das die komplizierte Mondbewegung mit ihren Schwankungen einigermaßen erfasst, andernfalls wird man falsche Vollmond-Daten berechnen.

Das bekannte Werk "Astronomical formulae for calculators" von Jean Meeus gibt dazu eine Anleitung im Kapitel "Phases of the moon".

### b) Wie häufig ist das Ereignis?

- Chartouni: "Überlegungen zur Wahrscheinlichkeit:
- Jeder 7. Tag ist ein Freitag
- Ein Kalendermonat hat im Durchschnitt 30.44 Tage
- Eine Synodischer Monat dauert 29.53 Tage
- $7 * 30.44 * 29.53 = 6292.3$  Tage, also rund 17.2 Jahre.

Das Zusammentreffen dieser drei Ereignisse kommt also im Durchschnitt alle 17.2 Jahre einmal vor. Das stimmt allerdings nur, wenn sich diese drei Zahlen wie Primzahlen verhalten, d.h. wenn sich ihr kleinstes gemeinsames Vielfaches erst in ihrer Multiplikation findet. Ich kann also vorerst nur sagen: Im "schlechtesten Fall" tritt es alle 17.2 Jahre auf, vermutlich aber häufiger. Andere Autoren haben Berechnungen über sehr lange Zeiträume angestellt und fanden diese Prognose bestätigt.

Hahn: "Insgesamt weist die Rechnung für die untersuchten 2000 Jahre 122 Vollmonde aus, die auf einen Freitag, den 13. fallen; im Schnitt folgen diese Ereignisse also im Abstand von 16.4 Jahren aufeinander. Der kürzeste Abstand liegt aller-