

Gammablitz

Von den mysteriösen Gamma-ray-bursts, über deren Existenz die Astronomie erst durch jenseits der Erdatmosphäre positionierter Gammastrahlen-Observatorien Kenntnis erlangte, war in SuW immer wieder die Rede [1, 2, 3].

Am Abend des 27. Dezembers letzten Jahres wurde die Erde vom bislang stärksten Gammablitz getroffen, der je registriert wurde. Zu diesem Zeitpunkt waren insgesamt 14 Satellitenobservatorien mit Gammadetektoren an Bord aktiv. Mit ihrer Hilfe wurde durch Triangulation als Quelle des gigantischen Ausbruchs der bereits bekannte Soft-Gamma-Repeater SGR 1806-20 identifiziert und beobachtet. Die Ionosphäre wurde für kurze Zeit so hell wie am Tage.

Im Beitrag ab Seite 16 in diesem Heft berichten Andreas von Kienlin und Gisela Lichten, beide am MPI für extraterrestrische Physik in Garching, über dieses außergewöhnliche Ereignis.

Ganz unglaublich klingt es, dass das russische orbitale Sonnenobservatorium CORONAS-F den Blitz wahrnahm, obwohl sich der Satellit zum fraglichen Zeitpunkt im Erdschatten befand – aus Richtung von SGR 1806-20 also gar nicht zu sehen war. Das Gamma-Spektrometer HELICON an Bord von CORONAS-F hatte die Reflexion von der Oberfläche des Mondes wahrgenommen!

Aufgabe 1: Mit Hilfe von HELICON konnte (innerhalb dessen Empfindlichkeitsbereich von 25 bis 400 keV) eine Flussdichte $F_H = 7.5 \cdot 10^{-14} \text{ J/cm}^2$ gemessen werden. Man berechne, wieviel Energie der Gammablitz auf den Mond warf. Die Distanz zwischen Mondoberfläche und CORONAS-F betrug etwa $r = 3.8 \cdot 10^8 \text{ m}$. Man beachte, dass nur eine Mondhemisphäre beleuchtet wurde und somit auch nur der Halbraum über ihr durch das reflektierte Gammalicht beleuchtet wurde.

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **15. Mai** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: (+49) 0 6221-528-246.

Aufgabe 2: Der europäische Satellit INTEGRAL konnte eine Flussdichte $F_K = 1.8 \cdot 10^{-11} \text{ J/cm}^2$ messen. Welche Energiemenge hat die Erdatmosphäre absorbiert, als sie der Gammablitz vom 27.12.2004 traf?

Aufgabe 3: Idealisierte Verhältnisse vorausgesetzt: Welcher Prozentsatz wurde von der Mondoberfläche reflektiert? Die Radien von Erde und Mond sind: $r_E = 6378 \text{ km}$, $r_M = 1738 \text{ km}$.

Aufgabe 4: Ganz grob entspricht eine Strahlenbelastung von einem Joule pro Kilogramm Körpergewicht der biologischen Äquivalentdosis von 100 rem. Die NASA bescheinigt ihren ionisierenden Strahlung ausgesetzten Astronauten eine dreiprozentige Krebsrisikohöherung bei einer Strahlenbelastung von 25 rem bei kurzen Expositionszeiten. War der Gammablitz für die Astronauten an Bord der International Space Station (ISS) eine Gefahr?

Lösung der Aufgabe aus dem März-Heft 2005

Aufgabe 1: Im für diese Betrachtung hinreichend homogenen Gravitationsfeld der Erde gilt für den Gewinn an potentiellen Energie:

$$E_p = Mg \Delta h = V \rho g \Delta h.$$

Dabei ist das Wasservolumen V gegeben durch $V = L B T$. Man erhält:

$$E_p \approx 3 \cdot 10^{17} \text{ J}.$$

Dies ist etwa der Energieaustoss von zehn Kraftwerkblöcken der Biblis-Kategorie (1 GW) innerhalb der Zeitspanne von einem Jahr. Mit elektrisch betriebenen Pumpen hätte man eine ebensolche Menge an elektrischer Energie aufbieten müssen, um die betrachtete Wassermenge um fünf Meter anzuheben.

Aufgabe 2: Bei der Tsunamiwellenlänge $\lambda = 175 \text{ km}$ und $T = 6 \text{ km}$ Wassertiefe folgt für den Quotienten:

$$T/\lambda = 0.03 \ll 1.$$

Für den Tsunami vom 26. Dezember letzten Jahres war der Indische Ozean demnach wirklich ein Flachwasserbecken und der Tsunami tatsächlich eine solitonische Welle.

Aufgabe 3: a) Unter Verwendung der im März-Heft angegebenen Gleichung (1) folgt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Tsunamiwelle nach Einsetzen der Zahlen ($P = 15 \text{ min} = \frac{1}{4} \text{ h}$):

$$v = \lambda/P = 700 \text{ km/h}.$$

b) Die Phasengeschwindigkeit der Welle betrug andererseits:

$$u = \sqrt{gT} = 245 \text{ m/s} = 882 \text{ km/h}.$$

Die in den letzten Dezembertagen 2004 oft zu hörende Bemerkung, die Welle habe sich mit Verkehrsflugzeugeschwindigkeit den Stränden genähert, ist durch diese Ergebnisse demnach gestützt.

Aufgabe 4: a) Unter Beibehaltung des Formfaktors änderte sich die Rotationsenergie der Erde um:

$$\Delta E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} I 4 \pi^2 (d_{\text{neu}}^{-2} - d_{\text{alt}}^{-2}).$$

Wegen $d_{\text{neu}} = d_{\text{alt}} - \Delta d$ und $d_{\text{alt}} \gg \Delta d$ lässt sich dies umformen in:

$$\Delta E_{\text{rot}} \approx 4 \pi^2 \kappa M_{\oplus} R_{\oplus}^2 \Delta d / d_{\text{alt}}^3 = 1.3 \cdot 10^{19} \text{ J}.$$

Bei den Vorgängen, die bei der Veränderung der Rotationsdauer eine Rolle spielen, sind offenbar noch weitaus größere Energiemengen im Spiel und der Tsunami muss demnach als Randerscheinung betrachtet werden. **b)** Offenbar ist die Rotationsenergie proportional zum Formfaktor der Erde:

$$E_{\text{rot}} \propto \kappa. \quad (1)$$

Dann ist auch eine Änderung der Rotationsenergie, die durch eine Formänderung hervorgerufen wird, proportional

zur Änderung des Formfaktors:

$$\Delta E_{\text{rot}} \propto \Delta \kappa. \quad (2)$$

Die Kombination von (1) und (2) liefert:

$$\Delta \kappa / \kappa = \Delta E_{\text{rot}} / E_{\text{rot}} = 6 \cdot 10^{-11}.$$

Offenbar entspricht ein solch schweres Beben einer relativen Formänderung der Erde im Zehntelnanobereich.

Zusatzaufgabe: In dem primitiven Modell, bei dem die Erde über die Zeit $\Delta t = 1 \text{ min}$ gleichmäßig rotiert, um entlang eines Großkreises um 2.5 cm zu kippen ($\omega_{\text{a}} = 2 \pi [s_p / R_{\oplus}] / \Delta t$), ergibt sich die Rotationsenergie:

$$E_{\text{rot,a}} = \frac{1}{2} \kappa_{\text{a}} M_{\oplus} R_{\oplus}^2 \omega_{\text{a}}^2 = 6.7 \cdot 10^{18} \text{ J}.$$

Diese Energiemenge ist von der gleichen Größenordnung wie die in Aufgabe 4 a) berechnete, und stützt die dortige Folgerung, dass der Tsunami bezogen auf die Folgen für die gesamte Erde nur die Spitze des Eisbergs darstellt. AMQ

Richtige Lösungen sandten ein:

Elke Bertram, D-49635 Badbergen; Barbara Gutowski, D-19057 Schwerin; Eva Ponick, D-38678 Clausthal-Zellerfeld; Ulrike Saher, D-40629 Düsseldorf; Katrin Stauch, D-01640 Coswig; M. Baldus, D-59519 Möhnesee; Thomas Becker, D-10783 Berlin; R. Bertram, D-26441 Jever; W. Blendin, D-65597 Hünfelden-Kirberg; A. Borchardt, D-86356 Neusäß/OT Steppach; G. Breitkopf, D-13156 Berlin; W. Christ, D-65824 Schwalbach; K. Clausecker, D-74219 Möckmühl; R.-R. Conrad, D-31275 Lehrte; A. Dannhauer, D-38871 Ilsenburg; J. Döblitz, D-70619 Stuttgart; A. M. Dufter, D-83334 Inzell; H. Duran, CH-5300 Turgi; E. Edler v. Malyevacz, D-70825 Korntal-Münchingen; H. Eggers, D-31311 Uetze; R. Fi-

Aufgabe 5: Der Magnetar, der den Gammablitz verursachte, befindet sich in etwa $d = 50000$ Lj Distanz, fast auf der anderen Seite unseres Milchstraßensystems. Welche Folgen hätte eine Distanz von nur 10 Lj im Hinblick auf die ISS-Besatzung?

Zusatzaufgabe: Zwischen den Messungen von KONUS an Bord des US-Satelliten WIND, der sich in der Nähe des etwa 0.01 AE von der Erde entfernt in Richtung Sonne liegenden Librationspunkt L1 befindet, und CORONAS-F vergingen $\Delta t = 7.7$ s. Man versuche eine grobe Aussage zu treffen, in welcher Richtung die Gammaquelle am 27.12.2004 zu suchen war. AMQ

Literatur

- [1] **Sylvio Klose, Jochen Greiner, Dieter Hartmann:** Kosmische Gammastrahlenausbrüche. Teil 1: SuW 3/2001, S. 230; Teil 2: SuW 4-5/2001, S. 335.
 [2] **Jochen Greiner, Arne Rau:** Gewaltige Explosionen im Weltall. SuW-Special 2/2004 – Lebendige Galaxis, S. 78.
 [3] **Alexander Kann:** Massensterben durch Gammastrahlenausbrüche? SuW 6/2004, S. 15.

scher, D-50858 Köln; A. Forkl, D-73230 Kirchheim / Teck; G. Forster, D-69120 Heidelberg; M. Geisel, D-79540 Lörrach; J. Glattkowski, D-76571 Gaggenau; H. Göbel, D-79540 Lörrach; J. Th. Grundmann, D-52068 Aachen; A. Güth, D-73119 Zell u. A.; R. Guse, D-31228 Peine; A. Haag, D-63110 Rodgau; J. Haller, D-51379 Leverkusen; M. Hammer, - ; D. Hauffe, D-60431 Frankfurt am Main; H. Hauser, D-89275 Elchingen; A. Heuser, D-53879 Euskirchen; F. Hofmann, D-09456 Annaberg-Buchholz; H.-O. Hoppe, D-48455 Bad Bentheim; A. Huss, D-70599 Stuttgart; B. Hußl, A-4553 Schlierbach; Th. Inghoff, D-34355 Staufenberg; G. Jürgens, D-29549 Bad Bevensen; G. Junge, D-04600 Altenburg; H. Kamper, D-89520 Heidenheim; L. Kirschhock, D-92237 Sulzbach-Rosenberg; F.-G. Knell, D-63457 Hanau; K.-M. Köppl, D-47805 Krefeld; H. Kuchler, A-8960 Öblarn; H.-P. Lange, D-85376 Massenhausen; M. Leinweber, D-35435 Wettengen; B. Leps, D-13507 Berlin; A. Lichtfuß, D-93161 Sinzing; R. Lühmann, D-78476 Allensbach; W. Mahl, D-71254 Ditzingen; P. Matzik, D-51399 Burscheid; N. Mayer, D-12205 Berlin; M. Mendl, D-85567 Grafing b. München; K. Mischke, D-71116 Gärtringen; F. Moser, D-47167 Duisburg; K. Motl, D-82538 Geretsried; Chr. Netzel, D-52080 Aachen; J. Nußbaum, D-80689 München; Chr. Overhaus, D-46325 Borken; J.-F. Pittet, D-88677 Markdorf; G. Portisch, D-75015 Bretten; R. Prager, A-2230 Gänserndorf; H. Prange, D-57250 Netphen; K. Rechthaler, A-1222 Wien; K. Rohe, D-85625 Glonn; A. Schäfer, D-71711 Steinheim/Murr; F. Schauer, D-79199 Kirchzarten; N. Scherer, D-76137 Karlsruhe; J. Schermer, D-12687 Berlin; R. H. Schertler, A-5280 Braunau am Inn; M. Schiffer, D-88662 Überlingen; B. Schmalfeldt, D-21521 Aumühle; G. Scholz, D-73457 Essingen; P. J. Schügel, CH-8105 Regensdorf ZH; M. Senkel, D-85614 Kirchseeon; R. Stahlbaum, D-38124 Braunschweig; K. Stampfer, D-86486 Bonstetten; P. Stoffer, CH-3507 Biglen; A. Thiele, D-52066 Aachen; A. Trutschel-Stefan, D-83714 Miesbach; G. Wahl, D-88453 Erolzheim; H.-G. Wefels, D-47239 Duisburg; H. Wember, D-22525 Hamburg; A. Wendt, D-69488 Birkenau; B. Wichert, D-21629 Neu Wulmstorf; G. Woysch, D-70435 Stuttgart; M. Ziegler, A-2460 Bruckneudorf; Chr. Zorn, D-70825 Korntal-Münchingen.

Insgesamt 91 Einsendungen, Fehlerquote: 0 %.

Kreuzworträtsel

VON FRED GOYKE

Stern im Sternbild Phoenix	kollidierte mit der Sonde GALILEO			Saturnsatellit	Teil einer Rakete	Abk. für Ihre Hoheit	Nebel im Sternbild Schwan		Nachbarnsternbild v. Dorado (int. Abk.)	Saturnring
				Jupiter-satellit	4					
Uhrenbau- teil, von Huygens entwickelt	1. DEEP-SPACE-Bo-denstation der Esa		2				Quasar- typ (radio-...)			dt. Nobel- preis-träger für Chemie
				Stern im Wasser-mann			Teil eines Galaxien-zentrums (2. Wort)			
erstes Modul der ISS	Infrarot-kamera am VLT			Nebel im Orion					nördl. Merkur-krater	
2000 entd. Saturn-satellit	SF-Autor: »Von der Erde zum Monde«		6			Reittier		Abk. für Prozent		
		1		Mission zum Pluto (Abk.)			Ort der Astrono-miebörs e ATT			
Reagans Raketen-abwehr-programm	Maß-einheit			Lichtgestalt eines Himmels-körpers				Wellen-längen-bereich (kurz)		astron. Längen-einheit
				2001 entd. Jupiter-satellit				v.d. Sonde GALILEO besuchter Planetoid		
Komposit-aufnahme			7							5

Lösung des Kreuzwort-rätsels aus SuW 3/2004

P H J V
 B O L O G N A W O L F
 L L E R D E A L
 B L A Z A R L B T U
 U Z R E M C K O
 A X I S I T A B U R
 M O D E U M I
 B U L G E B O P H
 T O T A L S U C H E R
 O C E T U S A R D



Kreuzworträtsel. Die eingekreisten Buchstaben bilden ein Lösungswort. Unter allen, die dieses Lösungswort bis zum **15. Mai** auf einer **Postkarte** an die **Redaktion** einsenden, verlosen wir den Meade Feldstecher Capture View-II 8x22 im Wert von 109 € mit integrierter Digitalkamera (640 x 480 Pixel). Tragetasche, USB-Kabel und CD-ROM mit Bildbearbeitungssoftware sind enthalten. Gestiftet von Meade Instruments Europe. *Viel Spaß beim Knobeln!*
 Die Lösung des Kreuzworträtsels in Heft 3/2005 lautet: **Opposition**.
 Die glückliche Gewinnerin des Meade Refraktors NG-60 (bei 114 richtigen Einsendungen) ist: **Manfred Muhri**, Florianstr. 1, A-8523 Frauental.
Herzlichen Glückwunsch! Red.

»Zum Nachdenken« im Web

Einige Tage vor der Auslieferung des gedruckten Heftes lässt sich das aktuelle »Zum Nachdenken« auf der Homepage von SuW www.suw-online.de als PDF finden. Ältere Fassungen → SuW-Archiv → Zurückliegende Ausgaben.

Einsendungen

- Lösungen werden nur auf Papier – Brief oder Fax – akzeptiert, auf keinen Fall jedoch per E-Mail.
- Die Redaktion empfiehlt, Namen und Anschrift immer auf dem Lösungsblatt zu notieren.
- Lösungen, die nach dem angegebenen Stichtag eintreffen, können leider nicht berücksichtigt werden.

Die 24. Runde

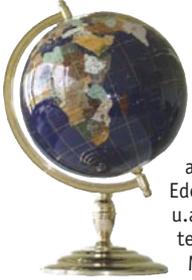
Mit der Aufgabe im Juni-Heft 2004 begann die 24. Runde *Zum Nachdenken*. Alle Löser mit wenigstens neun richtigen Einsendungen aus den zwölf bis einschließlich Mai 2005 erscheinenden »Zum Nachdenken« werden bei der Verlosung im Sommer 2005 berücksichtigt. Zu gewinnen gibt es u.a. Freiabos und als attraktiven Hauptpreis ein Meade DS-2070AT im Wert von 299 €, gestiftet von Fa. Meade Instruments Europe. Viel Spaß beim Nachdenken und viel Erfolg beim Lösen!
 AMQ



Hauptpreise

Einsteiger- und Reise-teleskop **Meade DS-2214 ATS** mit Stativ, Montierung und Auto-Computer Controller sowie Okularen. Öffnung: 114 mm, Brennweite: 1000 mm. Gestiftet von Meade Instruments Europe. www.meade.de

Diascanner **Workscan 3600 pro** mit 3600 dpi Auflösung und Softwae (Photoshop Elements sowie Silverfast Ai 6.0), gestiftet von MediAx.



Edelsteinglobus mit 33 cm Durchmesser und ca. 8 kg Masse. Die hochglänzende Oberfläche mit präziser Verarbeitung besteht aus (Halb-) Edelsteinen wie Jade, Jaspis u.a. und bietet bemerkenswerte Farbspiele. Gestiftet von MediAx. www.mediAx.de