



Gamma-Burster optisch

Auf Seite 326 in diesem Heft wird über eine Sensation berichtet: jenes Phänomen, das die Astronomen in aller Welt seit seiner Entdeckung vor fast dreißig Jahren in Staunen versetzte und sich hartnäckig bis vor kurzem einer Entfernungsmessung entzog, konnte nun erstmals auch im Optischen direkt in der Anstiegsphase beobachtet werden. Dabei erreichte das Ereignis im Optischen die unerwartet große Helligkeit $m_{V,GRB} = +9$ mag. Damit erreichte der Gamma-Burst in V eine Helligkeit, die schon mit einem Fernglas gesehen werden könnte. Eine ausgefeilte Strategie ist nötig, um derart kurzlebigen Ereignissen auf die Spur zu kommen. Nur 22 Sekunden nach der ersten Messung im Gammabereich des elektromagnetischen Spektrums durch das Compton Gamma Ray Observatory (CGRO) begann die mit handelsüblichen Teleobjektiven bestückte Vierfachkamera ROTSE-1 eine Aufnahmeserie der fraglichen Stelle, deren Position automatisch und schon vier Sekunden nach der Berechnung des Ortes im Internet zur Verfügung stand. Während die erste Aufnahme die Quelle mit 11.82 mag zeigt, stieg die Hel-

ligkeit in der zweiten Aufnahme auf 8.95 mag an, um dann wieder abzusinken. Nach wenigen Stunden gelang mit dem 10-m-Keck-Teleskop auch ein Spektrum, welches die Quelle bei einer Rotverschiebung $z_{GRB} = 1.6$ zeigt. Demnach befindet sich der Ursprungsort des Gamma-Bursts und des optischen Bursts im kosmologischer Entfernung und muß unglaublich hell sein, damit es in so großer Distanz noch als 9 mag helles Ereignis beobachtet werden kann.

Aufgabe 1: Im Aufsatz »Je größer die Rotverschiebung, desto näher der Quasar« von Hartmut Schulz in SuW 36, 124 [2/1997] ist nachzulesen, daß die Quellendistanz r_e zum Zeitpunkt der Emission in Einstein-de-Sitter-Universum (flach) angegeben werden kann durch:

$$r_e = 2 \frac{c}{H_0} \left[\frac{1}{1+z} - \frac{1}{(1+z)^{3/2}} \right]. \quad (1)$$

r_e wird auch als Leuchtkraftentfernung bezeichnet (im Aufsatz »Rotverschiebung, Fluchtgeschwindigkeit und Entfernung« von Volker Kasten in SuW 37, 744, [8-9/1998] mit d_L bezeichnet). Man bestimme die Distanz des GRB

a) in Einheiten der Hubble-Distanz c/H_0 und mit der Skalierung $h = H_0/(100 \text{ km s}^{-1}/\text{Mpc})$ für b) $h = 0.5$ sowie c) $h = 1$ jeweils in Gpc.

Zusatzaufgabe 1: Man ermittle diejenige Rotverschiebung, für die r_e maximal wird. Wie groß ist dann r_e in Einheiten der Hubble-Distanz?

Zusatzaufgabe 2: Die lineare Entfernungsgleichung für kleine z lautet: $r_e = c/H_0$. Man leite dies ab aus Gleichung (1) durch Entwicklung nach Taylor.

Aufgabe 2: Unter Zuhilfenahme des Entfernungsmoduls $M - m = 5 \text{ mag}$ $\lg(r_M/r_m)$ berechne man die absolute Helligkeit des GRBs (zur Erinnerung: $r_M = 10 \text{ pc}$).

Aufgabe 3: Wie groß ist die Leuchtkraft des GRB im Optischen bei isotroper Abstrahlung, anzugeben in Sonnenleuchtkräften L_\odot ? Die Leuchtkraft L ist proportional zu r^{-2} , die absolute Helligkeit der Sonne beträgt $M_\odot = +4.83 \text{ mag}$.
Axel M. Quetz

Lösung der Aufgabe aus dem Februar-Heft

Die Konstruktion der Tabelle erlaubte viele verschiedene Möglichkeiten, das Problem anzupacken. Die eingesandten Lösungen waren dementsprechend vielfältig. Wie schon in Teil 1 war es durchaus ein Vergnügen, zu sehen, was sich die Leser alles einfallen ließen. Im folgenden ist natürlich nur einer der vielen denkbaren Lösungswege angegeben.

Aufgabe 1: Man klärt am besten zunächst die Dauer des Minimums. Es gibt bis zu drei aufeinanderfolgende Tage mit Beobachtungen um 10.5 mag. Das deutet auf ein Minimum von drei Tagen Dauer hin (streng genommen: zwischen drei und vier Tagen). Da zwei solcher Dreierserien unmittelbar von Beobachtungen im Normallicht eingerahmt sind (Tage 107 bis 109 und 134-136), kann das Minimum auch nicht volle vier Tage oder länger dauern.

Nun zur Periode: Die Mittelpunkte der beiden erwähnten Dreiergruppen liegen 27 Tage auseinander. Die Periode muß deshalb ein Teiler dieser 27 Tage sein ($1/2, 1/3, 1/4, \dots, 1/10, 1/11, 1/12, \dots$). Das weitere Vorgehen kann nun im sukzessiven Ausprobieren all dieser Möglichkeiten liegen, bis eine passende gefunden ist. Mit etwas zusätzlichem Gucken und Denken kann man diesen Prozeß aber abkürzen. Perioden, die kürzer als 8 Tage sind, scheiden wegen der ununterbrochenen Schätzserie von Tag 132 bis Tag 139 aus, die ja offenbar nur ein Minimum enthält. Damit bleiben nur $27/2 = 14.5$ und $27/3 = 9$ Tage als Kandidaten übrig. Die Möglichkeit, daß die Periode 14.5 Tage beträgt (bei angenommener Dauer des Mini-

mums von mindestens 3 Tagen) ist sehr schnell durch einfache Inspektion der Tabelle auszuschließen. So müßte zum Beispiel Tag 120 im Minimum liegen.

Lichtkurve. Man sieht ein deutliches Minimum um Phase 0.5.

Daß es auch noch andere richtige Lösungen gibt, das mag angesichts des hier vorgestellten Lösungswegs manchen Leser überraschen. Dennoch wird es in Teil 3 überzeugend demonstriert werden. Darin werden wir auf-

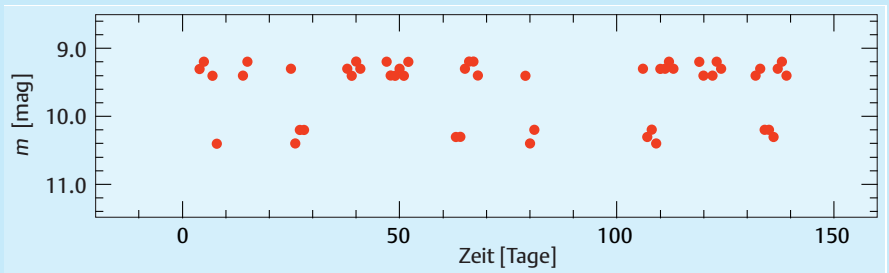


Abb. 1: Originallichtkurve.

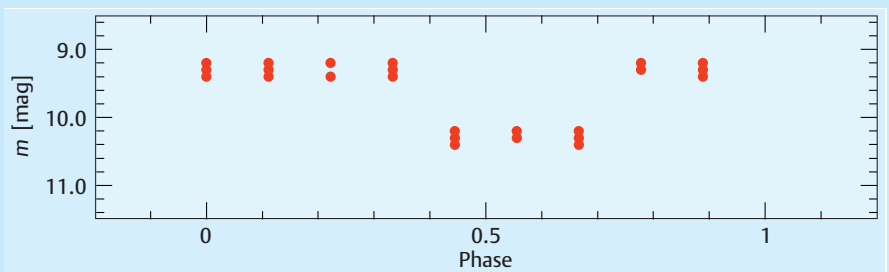


Abb. 2: Die gefaltete Lichtkurve.

Aufgabe 2: Daß die Periode von 9 Tagen in der Tat eine richtige Lösung darstellt, wird dann einfach durch Ausführung der Aufgabe 2 bewiesen. Abb. 2 zeigt die gewünschte gefaltete

grund zusätzlicher Beobachtungen die 9 Tage als »falsch« ausschließen und endlich die »wahre« Periode von SuW 08-15 herausfinden.
Ulrich Bastian