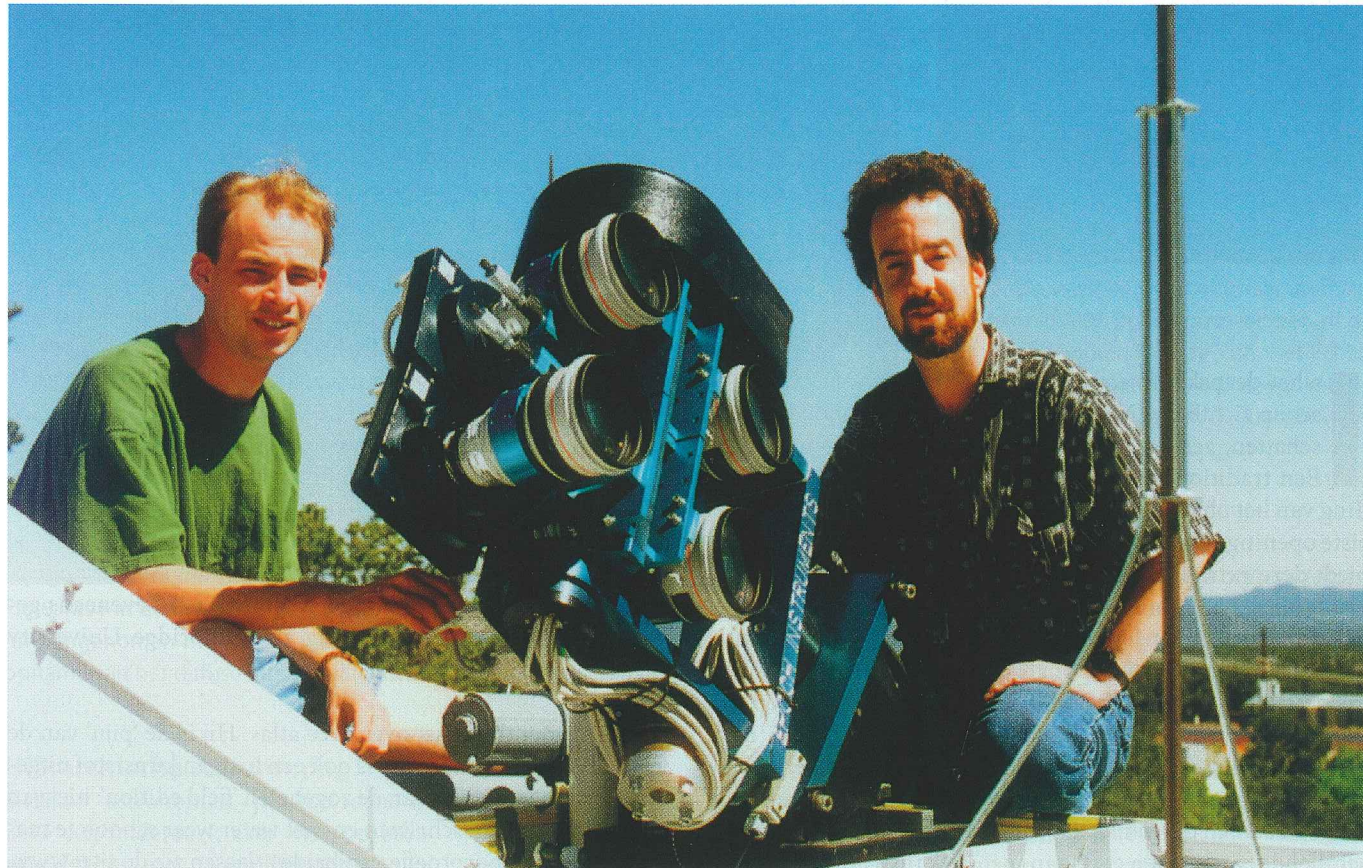


ROTSE: een kwart eeuw gammaflitsen



In 1998 werd ROTSE-I, bestaande uit vier 200 mm teleden elk uitgerust met een 4 megapixel CCD camera, operationeel in New Mexico, USA. (Foto: Carl Akerlof)

In 1900 ontdekte de Franse chemicus Paul Ulrich Villard (1860-1934) door uranium uitgestraalde onzichtbare elektromagnetische straling met een hogere energie dan röntgenstraling. De Britse fysicus Ernest Rutherford (1871-1937) noemde ze gammastraling.

Door Philip Corneille

Vanaf 1960 toonden astrofysici interesse in de detectie van gammastraling uit de ruimte. Kosmische gammastraling wordt echter geabsorbeerd door de atmosfeer en daarom vonden waarnemingen plaats vanuit satellieten. In 1961 lukte dat voor het eerst met de Explorer XI-satelliet, maar astronomen hadden geen duidelijke verklaring voor de hoge energie van deze straling: meer dan 100 miljoen elektronvolt (100 MeV). Tussen 1963 en 1970 lanceerden de Amerikaanse strijdkrachten een dozijn Vela-surveillance satellieten om toezicht te houden op de wereldwijde naleving van het verbod op kernwapenproeven. In 1973

werden de waarnemingen van de Vela-satellieten vrijgegeven en bleek dat zij de meest energetische gebeurtenissen in het heelal, bekend als gammaflitsen (GRB, Gamma Ray Burst), hadden ontdekt. Datzelfde jaar bevestigde een gamma-telescoop aan boord van het Orbiting Solar Observatory (OSO 7) de kosmische oorsprong van deze gammaflitsen. Eind jaren 1970 vormde een internationale samenwerking tussen astronomen en planetaire wetenschappers het eerste Interplanetary Network (IPN), dat voorzag in het plaatsen van gammadetectoren aan boord van onbemande ruimtesondes. Van IPN 1 maakten Helios 2 in een baan rond de zon, Pioneer-Venus,

Prognos-7 in een omloopbaan rond de aarde en nog enkele andere satellieten deel uit. Indien zij tegelijkertijd een gammaflits detecteerden, kon men door driehoeksmeting de positie van de gamma-bron bepalen.

In 1979 kwam het netwerk gammaflits GRB790305 op het spoor. De flits duurde 8 seconden, vergelijkbaar met de rotatieperiode van een neutronenster, en bevond zich op de locatie van een supernovarest in de Grote Magelhaense wolk. Hoewel er een verband bestond met een neutronenster, konden astronomen nauwelijks geloven dat de kortstondige flits vanaf een afstand van 160.000 lichtjaar meer energie produceerde dan de totale energie afkomstig van een sterrenstelsel. In 1991 werd IPN 2 opgezet, bestaande uit onder meer Ulysses in een langgerekte baan rond de zon, de Mars Observer onderweg naar Mars en in een baan rond de aarde het Compton Gamma-Ray Observatory (CGRO), een speciale ruimtetelescoop om gammaflitsen te lokaliseren. Bovendien vormden diverse

sterrenwachten een wereldwijd netwerk dat in real-time kon reageren wanneer CGRO een gammaflits detecteerde. Astronomen hoopten het nagloeien van gammaflitsen op langere golflengten waar te nemen en zodoende de GRB te associëren met een hemelobject. Vanaf 1990 werkten astrofysici van de Universiteit van Michigan aan het ROTSE-project (Robotic Optical Transient Source Experiment) om een geautomatiseerde telescoop te integreren in het wereldwijde GCN (GRB Coordinates Network). In 1998 werd ROTSE I, bestaande uit vier 200 mm f/1,8 teleden elk uitgerust met een 4 megapixel CCD, vanuit de Los Alamos Meson Physics Facility operationeel in het GCN-netwerk.

In tussentijd boekte het GCN een eerste succes met het waarnemen van het nagloeien van GRB970508 met een reeks telescopen, waaronder de ruimtetelescopen Hubble en BeppoSAX. Zij detecteerden het nagloeien in een groot deel van elektromagnetisch spectrum: van röntgenstraling over optisch licht en infrarood tot radiostraling. De flits zelf duurde slechts 15 seconden, maar het nagloeien werd drie weken lang waargenomen. Daardoor konden de onderzoekers de GRB associëren met een actief sterrenstelsel op een afstand van 7 miljard lichtjaar. Op 23 januari 1999 reageerde ROTSE I binnen 20 seconden op een door CGRO gedetecteerde gammaflits, waarbij het optische nagloeien magnitude 8,9 bereikte. De oorsprong van GRB990123 lag opnieuw bij een ver verwijderd sterrenstelsel en het ROTSE-team kreeg daarop de nodige fondsen om hun waarnemingen met betere apparatuur op meerdere locaties voort te zetten.

In samenwerking met het Lawrence Livermore National Laboratory in Californië, de Universiteit van New South Wales in Australië en het Max Planck Instituut voor Kernfysica in Duitsland, realiseerde het ROTSE-team onder leiding van de Amerikaanse astrofysicus Carl Akerlof de uitbouw van het geautomatiseerde ROTSE III-netwerk. Elke ROTSE-telescoop is een gemodificeerde Cassegrain-reflector met een 45 cm paraboolspiegelspiegel met een 22 cm vlakke secundaire spiegel. Beide zijn vervaardigd uit pyrex en voorzien van een zilveren reflectiecoating. De lichtbundel gaat door zes correctielenzen naar de gekoelde 4 megapixel Marconi ccd. De telescoop staat op een parallactische vorkmontering van Astro Works met aangepaste sturing. Het geheel met alle benodigde computerapparatuur, ther-

mostaat, stroomvoorziening en mini-weerstation past in een compacte cilindervormige container met klapdeksel. In de zomer van 2001 werden de telescopen verscheept naar hun locaties: de Siding Spring-sterrenwacht in Australië en het Mount Gamsberg observatorium in Namibië voor het zuidelijke halfrond. Daarna volgden de McDonald-sterrenwacht in Texas en het nationale observatorium van Bakirlipepe in Turkije voor het noordelijke halfrond. De ROTSE III-telescopen werden tijdig operationeel om samen te werken met het IPN-3 netwerk.

Alarmering van de ROTSE-telescopen gebeurt door het GCN-netwerk om zo mogelijk het optisch nagloeien in de eerste seconden na de gammaflits te observeren. Sinds het nieuwe millennium werden tevens grote telescopen, zoals de 8,2 m Very Large Telescope en de 8,0 m Gemini-telescopen, in het GCN netwerk opgenomen. Bij de melding van een gammaflits stoppen de telescopen met de geplande waarneming om het nagloeien in het vizier te nemen. Bovendien volgden de grotere telescopen de verzwakking van het nagloeien, zelfs weken na de ontdekking van de gammaflits door de ruimtetelescopen HETE 2 of Swift.

In de lente van 2005 was GRB050709 de eerste kortstondige gammaflits waarvan telescopen het optische nagloeien registreerden. Na 15 jaren werd het mysterie van de gammaflitsen stilaan ontrafeld. Langdurige gammaflitsen, die langer dan drie seconden duren, ontstaan door de ineenstorting van een zware ster (hypernova-explosie).

Kortstondige gammaflitsen zijn het ge-

volg van de samensmelting van twee neutronensterren of een neutronenster en een zwart gat die op korte afstand om elkaar draaien. In elk van deze gevallen is het eindresultaat een zwart gat. De energie die bij de krachtigste gammaflitsen vrijkomt, tot 90 miljard elektronvolt (90 GeV), wordt niet in alle richtingen uitgestraald, maar in twee smalle bundels langs de rotatieas van het zwarte gat waarbij één bundel toevallig in de richting van de aarde wijst. Verreweg de meeste gammaflitsen bevinden zich op enorm grote afstanden. Aangezien we ver verwijderde objecten vanwege de eindige reistijd van het licht in het verleden zien, ontstond de gammaflits met de grootste afstand, GRB090429B, 525 miljoen jaren na de oerknal. Gammaflitsen in de nabijheid van planeten zijn desastreus voor de ontwikkeling van leven, aangezien de hoogenergetische straling de beschermende atmosfeer kan wegblazen.

Anno 2015 bestaat het meeste recente IPN-netwerk uit onder andere de RHESI-sonde voor zonne-observatie, Messenger in een baan rond de planeet Mercurius en de Fermi- en Swift-ruimtetelescopen. Deze laatste heeft sinds december 2004 al 1000 gammaflitsen waargenomen. Het ROTSE-netwerk blijft actief met twee telescopen en alle wetenschappelijke data wordt opgeslagen in het datacenter van de Southern Methodist University in Dallas, Texas. Hiermee wordt nogmaals bewezen dat kleine telescopen een belangrijke rol kunnen spelen in relatief onontgonnen gebieden in de fascinerende wereld van de sterrenkunde.



De auteur nabij de ROTSE-IIIa container op de Siding Spring sterrenwacht in Australië. De container met klapdeksel bevat een geautomatiseerde 45 cm Cassegrain reflector op parallactische vorkmontering en alle nodige computerapparatuur, inclusief weerstation. (Foto: Philip Corneille)