

VAD ÄR RADIOBLIXTARNA?

av Franz Kirsten

Det stora radioteleskopet i Parkes, Australien, var först med att se de korta, mystiska pulserna. Franz Kirsten berättar historien om astronomins just nu mest gåtfulla fenomen.

De varar bara några tusendels sekunder och sänder under den tiden ut mer energi än en miljard solar. Och om vi kunde genomströmma hela himlen dygnet runt skulle vi hitta åtminstone en varje minut! Eftersom vi bara kan observera en liten del av himlen varje dygn, så har vi bara funnit 34 av dem, i olika riktningar. FRBs, *fast radio bursts* eller på svenska radioblixtar, är ett av de hetaste områdena inom modern astrofysik, och astronomer har inte den minsta aning om varifrån de kommer, för att inte tala om vad de är för något! Är de tecknen på svarta hål som förtintas? Extremt ljusa pulsarer? Mörk materia som växelverkar? Eller rent

av signaler från en avancerad civilisation?

Trots att vi inte förstår oss på dem har forskare redan stora idéer om hur radioblixtarna kan lösa andra astronomiska mysterier, som universums saknade reserver av vanlig materia och just hur galaxer bildas. Men låt oss börja från början av historien.

Teleskop på jakt efter pulsarer

Parkesteleskopet, som ligger cirka 40 mil väster om Sydney i det soliga Australien, är ett av de största radi-

teleskopet i Parkes, Australien. Den 64 meter breda parabolen – känd för många som "The Dish" – har många upptäckter på meritlistan, men ingen så underlig som radioblixtarna.

teleskopen på jorden och det största i sin art på södra halvklotet. Ett radioteleskop registrerar strålning med frekvenser liknande dem som mobiltelefoner använder – i radiobandet. Den strålningen är osynlig för det mänskliga ögat, men vi kan "se" den med paraboliska teleskop som Parkes. Det är också i det strålningsområdet som radioblixtarna är riktigt starka.

Eftersom det är så enormt stort kan Parkesteleskopet observera mycket svaga astronomiska objekt, av vilka snabbt roterande neutronstjärnor, eller pulsarer, är ett slag. Som namnet antyder observerar vi pulsarer genom deras mycket regelbundna strålningspulser, dvs. de verkar av-

stängda ett tag och sedan sänder de ut en kort strålningspuls ungefär en gång i sekunden; de snabbaste varannan millisekund. Men pulsarer pulserar faktiskt inte. Man kan i stället tänka sig en pulsar som en fyr vid havet – den lyser i en riktning, och eftersom den snurrar ser vi ljuset från den varje gång strålen från den når jorden. I dag känner vi till fler än 2500 pulsarer i vår egen galax Vintergatan, och vi uppskattar att det finns några hundra tusen fler pulsarer utspridda i galaxen. Av dessa förväntar vi oss att några få tiotusental av dessa märkliga himlakroppar skulle kunna stråla mot jorden.

Ett oförklarligt utbrott

Typiska pulsarer går att observera hela tiden, vilket betyder att vi ser regelbundna pulser när vi än ser mot dem. Men hos en del pulsarer ser vi ibland inga pulser under en tid, dvs. de ser ut att stängas av och knäppas på utan att vi kan förutsäga när. År 2006 analyserade den amerikanske pulsarforskaren Duncan Lorimer och hans student David Narkevic gamla mätningar från Parkesteleskopet i ett sökande efter pulsarer som då och då stängdes av. Vad de hittade förbluffade dem: de hittade en enda puls som var så stark att den hamnade utanför skalorna. Pulsen, som teleskopet registrerade redan den 24 juli 2001, blev den första radioblixten och kom att kallas "Lorimerutbrottet". Den är fortfarande en av de kraftigaste radioblixtar som någonsin detekterats.

Under de första åren var forskarna mycket tvekan inför om den blixten hade kommit utifrån rymden eller om den hade mänskligt ursprung. Huvudorsaken till denna tvekan var det faktum att astronomer vid Parkes hade sett liknande utbrott men definitivt av mänskligt ursprung i nästan tio år fram till 2007. De utbrotten – de så kallade perytonerna – liknade också väldigt mycket starka pulser från pulsarer, men från pulsarer som alla tycktes ligga på samma avstånd från jorden. Det tog åtta år att reda ut saken. 2015 kunde radioastronomen Emily Petroff och hennes kollegor avslöja perytonernas mänskliga ursprung. Nyckeln var att alla utbrotten dök upp i alla de tretton detektorerna hos teleskopet, där alla detektorerna ser åt lite olika håll. En riktig himmelskälla skulle bara se ut att komma från ett håll. Utbrotten uppträdde dessutom oftast kring lunchdags, vilket gjorde att astronomerna kunde härleda de störiga signalerna till två mikrovågsugnar i kök och pentryn i personalhuset vid teleskopet. Folk hade öppnat mikrovågsugnarna för tidigt, så att strålning som skulle värma mat hade sluppit

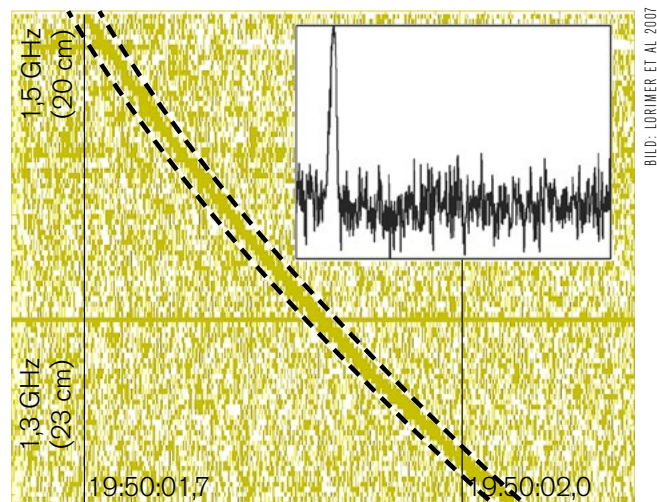


BILD: LORIMER ET AL 2007

Så såg Lorimerutbrottets ankomst till Parkesteleskopet ut, kl 19:50 den 24 juli 2001. Mätningarna visar att pulsen åkt långt genom rymden. Den blixtnabba signalen (mellan de streckade linjerna) dyker först upp med högre frekvens och sedan vid lägre frekvens. Den infällda bilden uppe till höger visar den smala pulsen sedan man korregerat för tidsskillnaden och summerat signalen över alla frekvenser.

ut från apparaterna. Sedan dess är mikrovågor förbjudna i närheten av Parkes.

Signaler från långt ut i rymden

Lorimerutbrottet var något helt annat. Mätningarna tydde på att utbrottet hade sitt ursprung på ett avstånd som var vida skilt från lunchrummets perytoner, och, än viktigare, det tycktes bara komma från en riktning på himlen. Signalen hade samma egenskaper som jättepulser från pulsarer; det

vill säga att det var kraftigt, varade bara omkring tio millisekunder och var spritt över de observerade radiofrekvenserna så som förväntas av en radiopuls som färdas genom den interstellära rymden: blixten kommer senare i tiden vid lägre observerade frekvenser än vid högre. Ju större den förskjutningen är, desto längre bort ligger en pulsar generellt sett. Den fysikaliska mekanismen bakom fenomenet kallas dispersion: strålningen som färdas genom rymden träffar på fritt rörliga elektroner. De elektronerna bromsar in strålningen något, med större påverkan på lägre frekvenser än på högre. Så strålning med lägre frekvens behöver längre tid för att tillryggelägga avståndet mellan källan och jorden. Ju fler elektroner pulsen stöter på under vägen, desto större blir den dispersion vi kan mäta upp. På det viset kan vi beräkna hur många elektroner en viss puls har träffat på under vägen genom att mäta upp tidsskillnaden mellan då högre och lägre frekvenser ankommer. Vidare kan vi, eftersom vi känner till elektrontätheten i olika delar av Vintergatan, räkna ut hur långt en puls har färdats.

För Lorimerutbrottet var emellertid förskjutningen mellan de högsta och de lägsta frekvenserna alltför stor för att signalen skulle ha kunnat ha uppkommit inne i Vintergatan eller i de magellanska molnen som teleskopet var riktat mot vid tillfället. Den enda återstående förklaringen var att utbrottet var extragalaktiskt, dvs. att det skett i en avlägsen galax. Men vilket slags fysisk mekanism skulle kunna åstadkomma ett så kort och ändå energirikt utbrott? Hade vi nu för första gången upptäckt en pulsar i en avlägsen galax?

Nya blixtar och nya mysterier

Först 2013 bekräftades existensen av och det utomgalaktiska ursprunget till radioblixtarna. Det året rapporterade astronomen Dan Thornton, som då var doktorand vid universitetet i Manchester, ytterligare fyra blixtar liknande Lorimerutbrottet, återigen med data från Parkesteleskopet. Enligt hans mätningar uppkom utbrotten någonstans mellan 5,5 och 10 miljarder ljusår från jorden, eller rättare sagt att utbrottens strålning hade färdats genom den intergalaktiska rymden i tio miljarder år innan den nådde oss! Upptäckten av dessa fyra nya radioblixtar markerade startpunkten för ett spännande och mycket snabbt utvecklat nytt fält inom astrofysiken: jakten på radioblixtarna hade börjat.

Sedan 2014 har ytterligare 28 radioblixtar hittats från alla möjliga håll på himlen, och en källa har blivit extra intressant för forskarna. Hittills har de flesta upptäckts med Parkesteleskopet, men andra radioobservatorier världen över har också lyckats, bland dem Areciboobservatoriet i Puerto Rico. Från bara en plats på himlen har blixtar setts flera gånger från samma ställe. Eftersom den återkommer är FRB 121102, som den kallas, också den enda för vilken vi kunnat bestämma vilken som är dess värdgalax. Att veta i vilken galax en radioblixt uppkommer är viktigt för att kunna fundera ut vad för slags stjärna eller fysikalisk process som ger upphov till dessa radiostrålningutbrott.



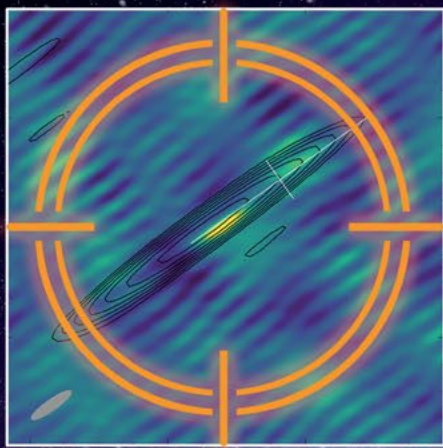
BILD: ESOL CALÇADA

Var skapas radioblixtarna? Forskare misstänker att pulsarer eller deras ännu mer magnetiserade kusiner, magnetarerna, kan ligga bakom fenomenet. Sånär föreställer sig rymdkonstnären Luis Calçada omgivningarna kring en magnetar i en tätpackad stjärnhop.

På radiohimen är Vintergatsbandet och dess grannar de magellanska molnen (här i gult) ljusast. Ibland lyser också radioblixtarna upp, och här visas lägen för dem som setts hittills. Bilden har ungefär samma våglängd som blixtarna (21 cm, 1 420 GHz).



KARTA: BENJAMIN WINKEL OCH HIPT-SAMARBETET



Den återkommande radioblixten FRB 121102 är än så länge unik. Dess läge i en okänd men ivrigt stjärnbildande galax i stjärnbilden Kusken fastställdes genom en global samverkan, med radioteleskop i USA och Europa. Den här illustrationen, av den nederländska rymdkonstnären Danielle Futselaar, syns bland annat Areciboteleskopet (nedan t. v.) och 25-meterteleskopet i Onsala (med grön pelare). Upp till vänster visas radioteleskopets bild av källan, lokaliserad med oerhörd precision på himlen.

BILD: DANIELLE FUTSELAAR, WWW.ARTSOURCE.NL

framstår de som en enda. Det är ungefär som om du tittade på en folkmassa från långt håll och åtskilliga människor som står intill varandra lyser på dig med sina ficklampor – du skulle tro att det bara var en enda lampa. För att räkna ut hur många ficklampor som skiner på dig måste du antingen komma närmare eller använda en bra fältkikare. Vi kallar det vinkelupplösning: ju bättre upplösning, desto närmare varandra kan två föremål vara och du ser dem ändå som två. Precis samma sak gäller för teleskop; ju större teleskopet är, desto bättre är dess förmåga att skilja ett himmelsobjekt från ett annat.

I extremfallet kan astronomer använda radioteleskop spridda över jordklotet som ett enda, så att det fungerar som ett enda teleskop lika stort som jorden. Den tekniken användes också för att fastställa det exakta läget för den enda återkommande radioblixtraren. Med Very Large Array i USA och ett tiotal olika radioteleskop i Europa – däribland 25-m-teleskopet i Onsala – tittade astronomerna åt ungefär det håll där de hade sett den radioblixtraren tidigare i hopp om att den skulle återkomma än en gång. Och de hade tur! Med sina exakta mätningar kunde de säga att radioblixten kom från en liten galax tre miljarder ljusår bort. De kunde till och med avgöra att källan till signalen låg i ett område inuti den galaxen där nya stjärnor håller på att bildas. Den framgången tillät forskarna att spekulera i om den radioblixtrarens utbrott uppkom antingen i ett svart hål eller i en ung pulsar.

Pulsarscenariot får ytterligare stöd i en ny studie från ett forskarlag från Toronto i Kanada. Astronomen Robert Main och hans kolleger visar att en signal från en pulsar kan förstärkas ordentligt om den observeras genom gas som fungerar som en lins. Något liknande kanske händer i fallet radioblixtar. Signalen från pulsaren kanske endast blir synlig när förhållandena är rätt.

Hur som helst är detta ännu den enda radioblixtraren där astronomerna kunde göra detta, eftersom de visste vart de skulle titta! Nu lägger man ned stora ansträngningar på att hitta fler radioblixtar, särskilt att hitta dem med många teleskop samtidigt för att kunna fastställa deras exakta position.

De mest lovande programmen för att hitta och lokalisera radioblixtar görs nu med ASKAP-teleskopet i Australien och med Westerborkteleskopet i Nederländerna. Man hoppas kunna ta reda på exakt läge och värdgalax för upp till 50 radioblixtar fram till slutet av detta år. Ytterligare radioteleskop som CHIME i Kanada och Greenbankteleskopet i USA deltar också i jakten på nya radioblixtar. Radioblixterna blir också heta mål för världens största radioteleskop, SKA (Square Kilometre Array) när det byggs i Sydafrika och Australien.

Det är också viktigt att observera radioblixtar samtidigt vid många olika frekvenser. Det sätt som ett himmelsobjekts ljusstyrka förändras i olika frekvenser ger oss en inblick i den fysikaliska mekanism som åstadkommer den strålning vi ser. Och att känna till mekanismen pekar på vad för slags objekt som är ansvarigt för blixterna. Spekulationerna sträcker sig från avancerade civilisationer till avdunstande svarta hål. Men vem vet, vi kan bli överraskade och hitta något totalt oväntat.

Den bisarra Svarta änkan-pulsaren ger en ledtråd i radioblixternas gåta. Runt pulsaren kretsar en vanlig stjärna som håller på att slitas sönder. Gasen som slitits bort fungerar som en lins för pulsarens radiostrålar (visas i grönt och lila i den här illustrationen). När linsen hamnar precis rätt förstärks pulsarens strålning, och från håll syns en ljusstark radioblixt.

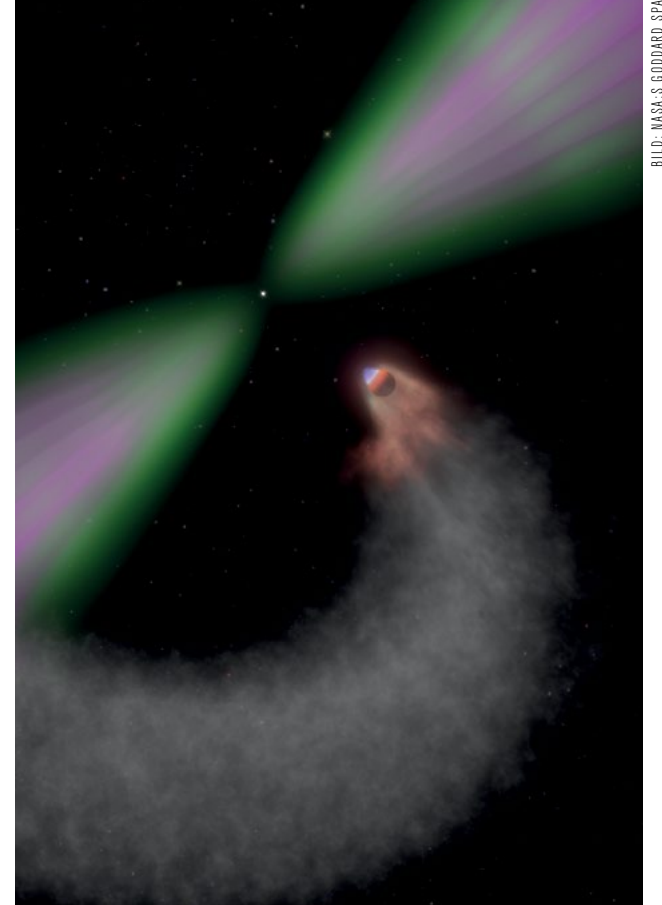


BILD: NASA, S. GODDARD SPACE FLIGHT CENTER/CRUZ DEWILDE

Radioblixtar som kosmologiska sonder

När vi väl känner till ursprunget, dvs. värdgalaxerna, och avstånden till tillräckligt många radioblixtar kan vi använda dem för att undersöka universums innehåll. Radioblixterna kan hjälpa oss spåra materia i universum som annars är dold för oss och som forskare tror samlas i vidsträckt trådar av materia som kopplar ihop galaxerna. Genom dispersionsförseningen gör radioblixterna all den materia de träffar på under sin långa färd till oss synlig. Dessutom passerar radioblixterna på sin väg nära eller ibland till och med genom andra galaxer. Varje sådant möte påverkar utseendet av en sådan radioblixt, vilket vi kan använda för att lära oss något om de galaxerna.

Radioblixtar är ett av de fenomen på himlen som ingen väntade sig att observera. Sådana nya upptäckter berättar mer för oss om det universum vi lever i, utmanar vår förståelse av fysiken och har potentialen att öppna nya vägar för vetenskaplig forskning. Håll ögonen på rymden! ★

FRANZ KIRSTEN är astronom vid Onsala rymdobservatorium, Chalmers.