

Oliver Krause, MPIA

So entstanden die zeitlich versetzten Lichtechos: Die Supernova explodierte an der mit einem roten Kreuz markierten Position. Ihr Licht breitete sich in alle Richtungen aus (großer Ring) und erreichte die Erde im Jahr 1572. Eine Staubwolke in größerer Entfernung (mit einem roten Quadrat markiert) streute das auf ihr einfallende Licht in alle Richtungen (kleiner Ring). Dieses gestreute Licht erreichte die Erde erst heute.

## Echos aus der Vergangenheit

*Einem internationalen Forscherteam unter Federführung des Max-Planck-Instituts für Astronomie in Heidelberg gelang es, das Spektrum der berühmten Supernova des Jahres 1572 im reflektierten Licht aufzunehmen und zu klassifizieren.*

**T**ycho Brahes »Stella nova« aus dem Jahre 1572 war die thermonukleare Explosion eines Weißen Zwergsterns in einer Supernova vom Typ Ia. Eine solche ganz in der Sprache der heutigen Astrophysik formulierte Aussage setzt modernste Beobachtungen an heutigen Großteleskopen voraus. Wie aber konnte heute ein Ereignis beobachtet werden, das »eigentlich« vor mehr als 400 Jahren stattfand? Wir werden sehen. Die Tragweite dieser Aussage liegt darin, dass Supernovae vom Typ Ia als wichtige Entfernungsmesser im Universum dienen und wichtige Produzenten schwerer Elemente im Kosmos sind. Die gesicherte Identifikation und weitere spektroskopische Details machen Tychos Supernova nun zu einem einzigartigen Studienobjekt dieser astrophysikalisch wichtigen Klasse von Supernovae.

Das Gestirn, das im November des Jahres 1572 als »neuer« Stern am Himmel erschien, wurde heller als alle anderen Sterne, war für zwei Wochen sogar am Taghimmel zu sehen, und verschwand schließlich wieder im April 1574 – nicht jedoch, ohne das Weltbild der damaligen Zeit nachhaltig verändert zu haben:

Wie der dänische Astronom Tycho Brahe in seinem Werk »De stella nova« aufgrund präziser Positionsmessungen darlegte, war das Objekt deutlich weiter von der Erde entfernt als der Mond. Dies stand in krassem Widerspruch zum damaligen aristotelischen Weltbild, worin die trans-lunare Welt – einschließlich der Sphäre der Fixsterne – unveränderlich und ewig war. Tychos Supernova bedeutete einen Einschnitt in der Geschichte der Astronomie und trug zu der geistigen Revolution bei, die damals von Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei und anderen ausgelöst wurde.

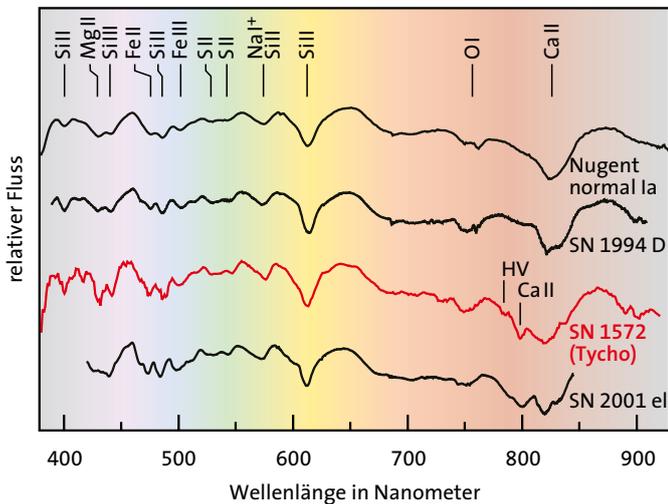
### Umweg über Reflexion an interstellarer Staubwolke

Nun konnte ein internationales Forscherteam unter Leitung von Oliver Krause am Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg mit Hilfe eines interstellaren »Spiegels« den von Tycho Brahe beobachteten Lichtausbruch erneut beobachten und erstmals detailliert untersuchen.

Als vor mehr als elftausend Jahren ein Stern in einem gleißend hellen Supernova-Ausbruch explodierte, sandte er sein Licht

in alle Richtungen aus (siehe Bild oben). Dieses direkte Licht passierte die Erde im Jahre 1572 und war danach scheinbar auf ewig verloren. Eine »posthume« Spektroskopie der längst verblassten Supernova gelang nun, weil die Astronomen mit Hilfe von Teleskopen der Calar-Alto-Sternwarte in Andalusien mehrere »Lichtechos« (kurzlebige Reflexionen des damaligen Lichtblitzes an Staub- und Gaswolken in der weiteren Umgebung der Sternexplosion) ausmachen konnten: Der Umweg dieser Lichtbündel hatte aufgrund der endlichen Lichtgeschwindigkeit zu derartigen Verzögerungen geführt, dass sie die Erde erst heute erreichten. Da die größte Helligkeit der Lichtechos, wie schon bei der Supernova selbst, nur für wenige Wochen anhielt, war schnelles Handeln geboten: Sofort wurden die Lichtechos mit dem japanischen 8,2-Meter-Teleskop Subaru auf dem Mauna Kea in Hawaii spektroskopiert.

Das so erhaltene Spektrum (rot im Bild oben rechts) enthält keine Wasserstofflinien und stimmt auch in allen anderen wichtigen Merkmalen mit den Spektren der Supernovae vom Typ Ia überein. Zu



Das jüngst im reflektierten Licht erhaltene Spektrum der Supernova von 1572 (rot) entspricht den Spektren von Supernovae vom Typ Ia, die in fernen Galaxien beobachtet wurden.

einer solchen Explosion kommt es, wenn die Masse eines Weißen Zwerges durch Massentransfer von einem Begleitstern immer weiter erhöht wird. Beim Überschreiten einer kritischen Grenzmasse kollabiert der Zwergstern, und in der Folge zündet eine thermonukleare Explosion, die ihn vollständig zerstört. Die stellare Materie wird mit einer Geschwindigkeit von bis zu 30 000 Kilometern pro Sekunde ins All geschleudert.

Besonders interessant ist das Auftreten von Linien des einfach ionisierten Kalziums, die von durch die Explosion extrem beschleunigter Materie stammen (High Velocity Ca II). Linien solcher Stärke wurden bisher bei nur einer Supernova vom Typ Ia beobachtet. Sie weisen darauf hin, dass die Supernova-Explosion des Weißen Zwergsterns sehr wahrscheinlich asymmetrisch verlief. Das jetzt gewonnene Spektrum zeigt bisher unbekannte Details der ursprünglichen Explosion. So besitzt ein Teil des abgeworfenen Materials eine deutlich höhere Raumgeschwindigkeit als das restliche, was auch wieder auf einen nicht sphärisch symmetrischen Verlauf der Explosion hindeutet.

**Der Überrest**

Die expandierende, nahezu sphärische Wolke aus Millionen Grad heißem Gas und warmem Staub ist auch heute noch, mehr als 400 Jahre nach der Explosion, ein markantes Gebilde. Die ausgeworfene Materie tritt in heftige Wechselwirkung mit der interstellaren Materie in der Umgebung. Das dabei entstehende hochgradig angeregte und deshalb hell leuchtende Gemisch aus stellarer und interstellarer Materie bildet den beobachtbaren Supernova-Überrest. Das unten stehende Farbbild ist zusammengesetzt aus Infra-

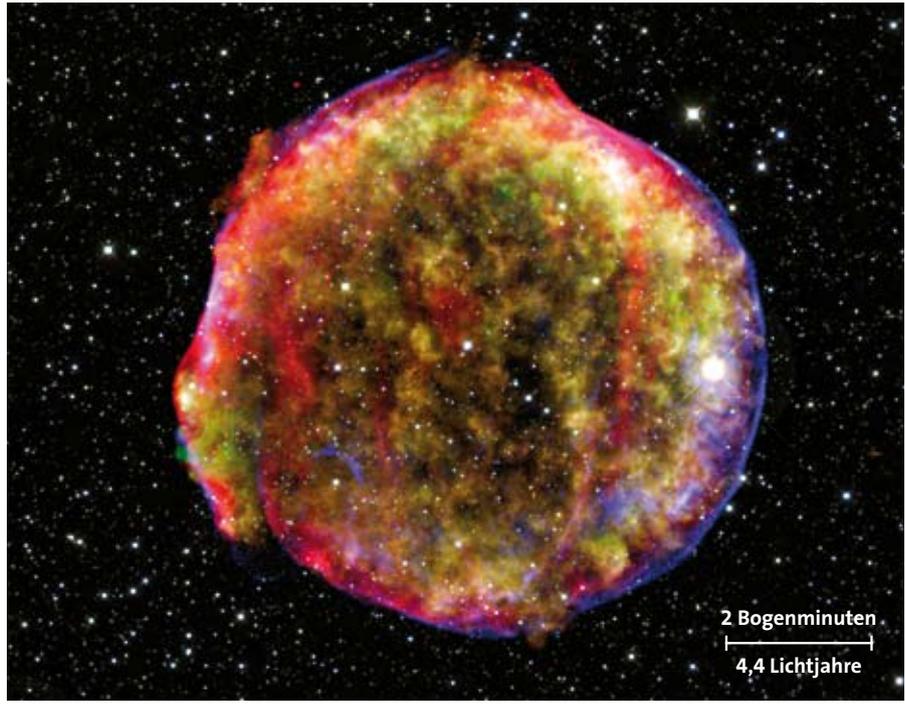
rot- und Röntgenaufnahmen. Die Infra-rotaufnahmen wurden mit dem 3,5-Meter-Teleskop des Calar-Alto-Observatoriums und der Kamera Omega 2000 sowie mit dem Weltraumteleskop Spitzer gewonnen, die Röntgenaufnahmen mit Chandra. Im Bild ist die expandierende Hülle aus mehrere Millionen Grad heißer Materie zu sehen (grün, gelb). Die äußere Stoßwelle an der Grenze zum interstellaren Medium erscheint als blauer Ring hochenergetischer Elektronen. Neu entstandener sowie durch Wechselwirkung mit dem Überrest aufgeheizter Staub strahlt entsprechend seiner Temperatur im mittleren Infrarot (rot kodiert).

Aufgrund ihrer extremen Helligkeit und des stets gleichen Helligkeits-

verlaufs werden Supernovae vom Typ Ia zur Bestimmung kosmologischer Entfernungen eingesetzt. Mit ihrer Hilfe wurde vor kurzem auf die Existenz der »Dunklen Energie« geschlossen. Supernovae vom Typ Ia sind auch die Hauptproduzenten von schweren Elementen, wie etwa Eisen. Trotz der zentralen Rolle dieser Supernova-Explosionen sind unsere Kenntnisse von ihnen weiterhin lückenhaft, weil sich alle bisher direkt beobachteten Supernovae vom Typ Ia in fernen Galaxien ereigneten.

Die neuen Beobachtungen der Supernova aus dem Jahr 1572 werfen ein neues Licht auf das umfangreiche, im Laufe von Jahrzehnten über ihren Überrest angesammelte Datenmaterial. Damit ist Tychos »Stella nova« nun die erste detailliert beobachtete Supernova vom Typ Ia in unserer Galaxis. Das wird zu einem besseren Verständnis dieser wichtigen Objekte beitragen. Künftige Beobachtungen weiterer Lichtechos werden uns erstmals eine räumliche Ansicht einer Supernova-Explosion ermöglichen. JAKOB STAUDE

**Literaturhinweis**  
 Krause, O. et al.: Tycho Brahe's 1572 supernova as a standard type Ia as revealed by its light-echo spectrum. Nature 456, S. 617–619, 2008.



Dieses Bild vom Überrest der Supernova von 1572 ist aus Aufnahmen im Infraroten und im Röntgenbereich zusammengesetzt.

# ALS ABONNENT HABEN SIE VIELE VORTEILE!



Präsent  
zur  
Wahl!

## ABONNIEREN

>>> Sie zahlen im Inland nur € 85,20 für das Jahresabonnement von **Sterne und Weltraum** (12 Ausgaben). Als Schüler, Student, Azubi, Wehr- oder Zivildienstleistender zahlen Sie auf Nachweis sogar nur € 64,-.

>>> Unter [www.astronomie-heute.de/archiv](http://www.astronomie-heute.de/archiv) haben Sie freien Zugriff auf alle Heftartikel seit 2005.

>>> Für Ihre Bestellung bedanken wir uns mit einem Präsent Ihrer Wahl.

Weitere  
Prämien  
finden Sie im  
Internet

## EMPFEHLEN

Sie haben uns einen neuen Abonnenten vermittelt?

Dann haben Sie sich eine Dankesprämie verdient und können zwischen mehreren Geschenken wählen.



**Buch »Kompodium der Astronomie«**  
Mit über 100 farbigen Illustrationen, zahlreichen Tabellen und Verweisen, ist das Buch das ideale Nachschlagewerk zur Astronomie.

Präsent  
zur  
Wahl!



## DVB-T-Stick

Der DVB-T-Stick sorgt für hervorragende Bilder und eine hohe Auflösung. USB-2.0 High-Speed Verbindung.



## VERSCHENKEN

Verschenken Sie ein Jahr Lesevergnügen! Das erste Heft des Abonnements verschicken wir mit einer Grußkarte in Ihrem Namen.



Abonnieren können Sie unter:

[www.astronomie-heute.de/abo](http://www.astronomie-heute.de/abo)

**Spektrum**  
DER WISSENSCHAFT

Wissen aus erster Hand

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH | Slevogtstraße  
3-5 | 69126 Heidelberg | Tel 06221 9126-743 | Fax 06221 9126-751  
service@spektrum.com