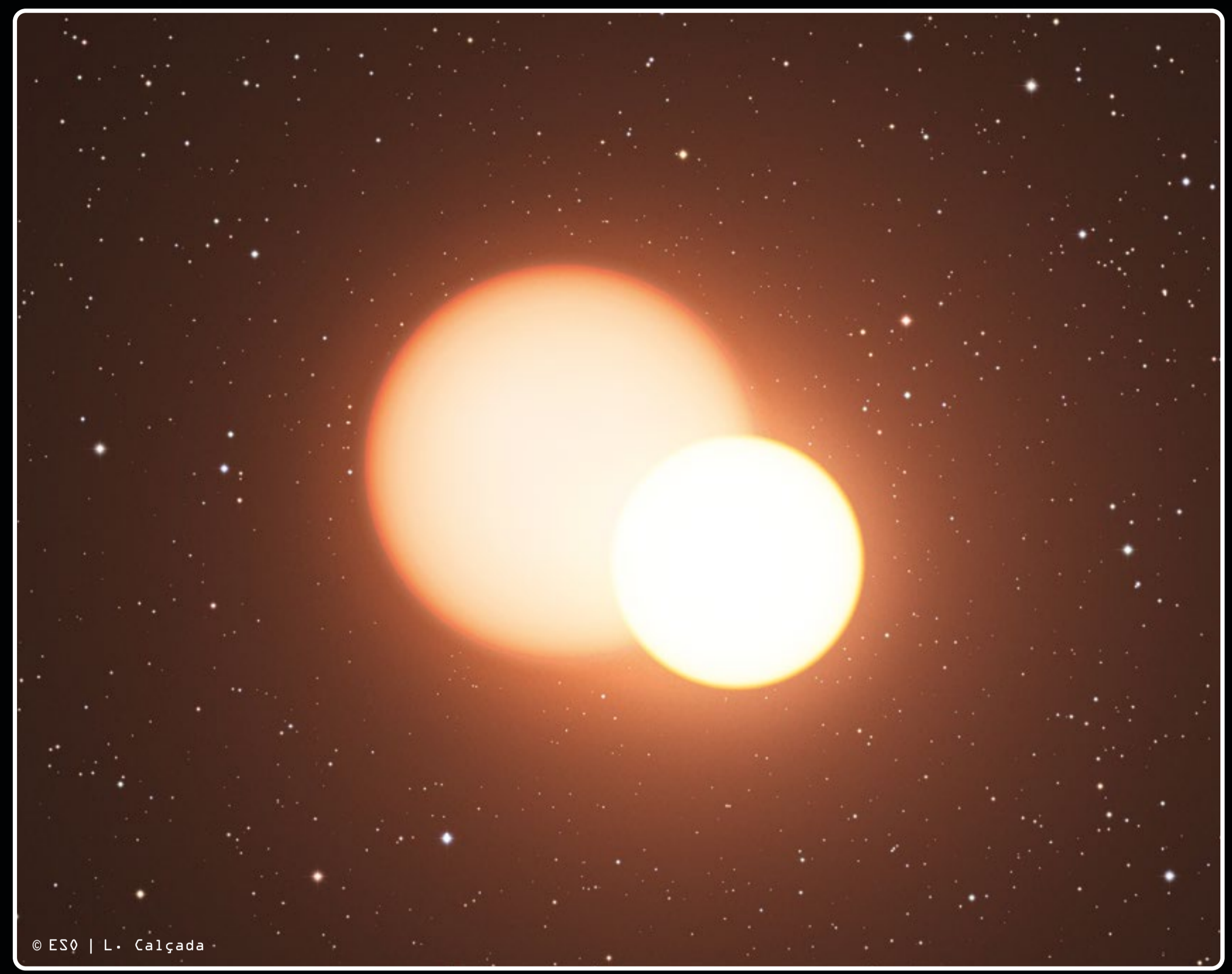


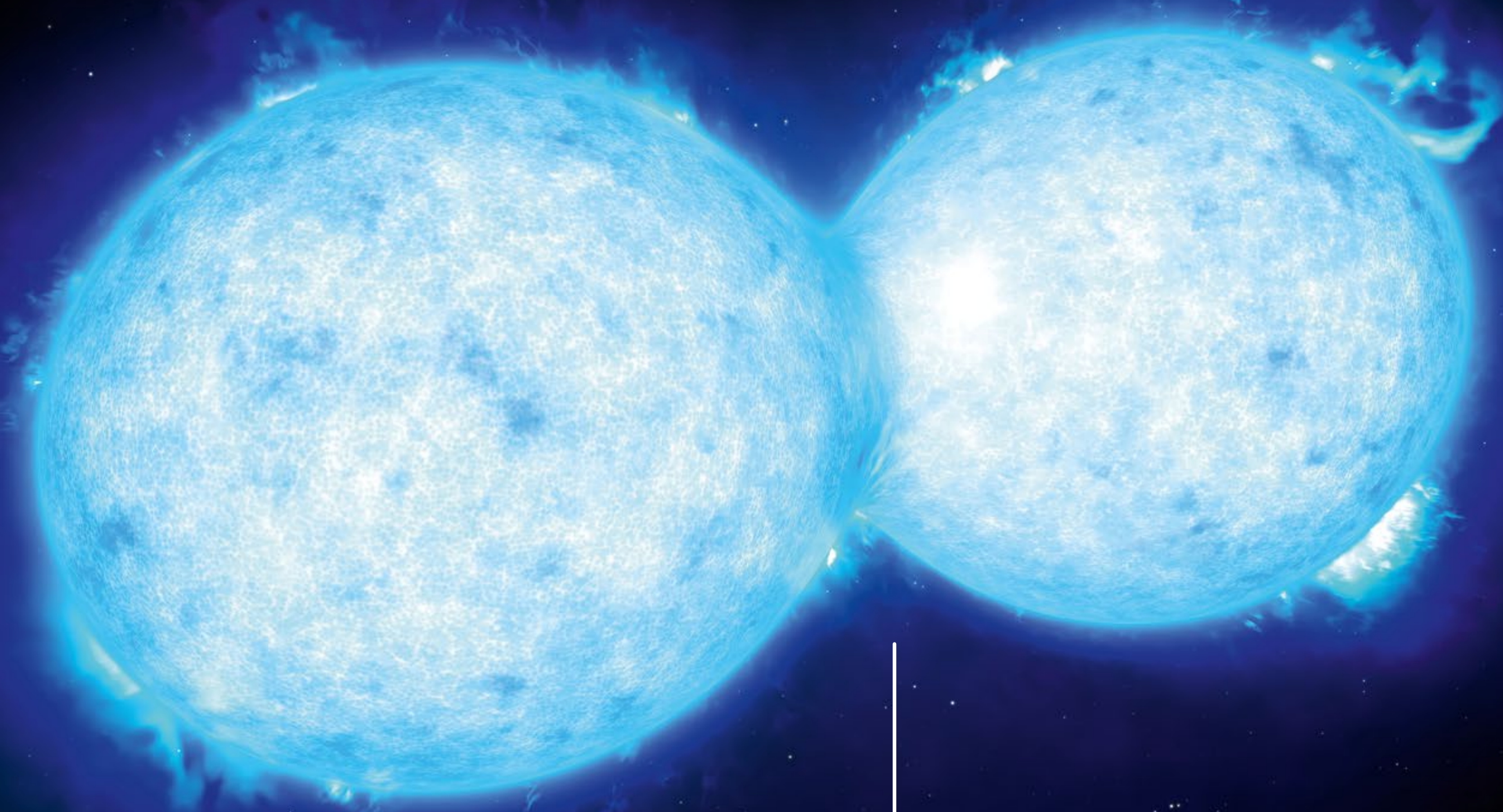
DOPPELSTERNE

Die Sonne ist der einzige Stern in unserem Sonnensystem (siehe auch Stele [Sonnensystem]). Die meisten Sterne in der Milchstraße leben allerdings nicht als Einzelgänger, sondern sind Teil eines Zweifach- oder Mehrfachsternsystems. Dabei sind die Sterne gravitativ aneinandergeschlossen und kreisen um einen gemeinsamen Schwerpunkt – wie zwei Boxer, die umeinander kreisen. Sind in dieser Art und Weise zwei Sterne aneinandergeschlossen, spricht man von einem (physischen) Doppelsternsystem.

Doppelsternsysteme sind also nicht die Ausnahme, sondern die Regel! Dabei kann der Abstand der Sterne zueinander sehr klein oder auch sehr groß sein. Dementsprechend können sich auch die Umlaufzeiten erheblich voneinander unterscheiden: Sie reichen von Bruchteilen eines Tages bis zu Jahrtausenden!



Doppelsternsystem
(künstlerische Darstellung)



Verschmelzende Sterne
(künstlerische Darstellung)

EIN STELLARER PAARTANZ

Liegt die Bahnebene in Richtung des Beobachters, so bedecken sich die Sterne immer dann, wenn sie bei ihrem Umlauf aneinander vorbeiziehen (siehe Abb. oben rechts). Solche Bedeckungsveränderlichen zeigen sich durch sich wiederholende Helligkeitsschwankungen, die man als Astronom gut beobachten kann. Ein bekannter solcher Bedeckungsveränderlicher ist das Sternsystem Algol im Sternbild Perseus. Die allermeisten Doppelsternsysteme entstehen bereits als solche aus dem Prozess der Sternbildung in interstellaren Gaswolken (siehe Stele [Interstellares Medium]). Andere wiederum sind erst später entstanden, weil die Sternpartner sich aufgrund der Schwerkraft »eingefangen« und zu einem System vereint haben.

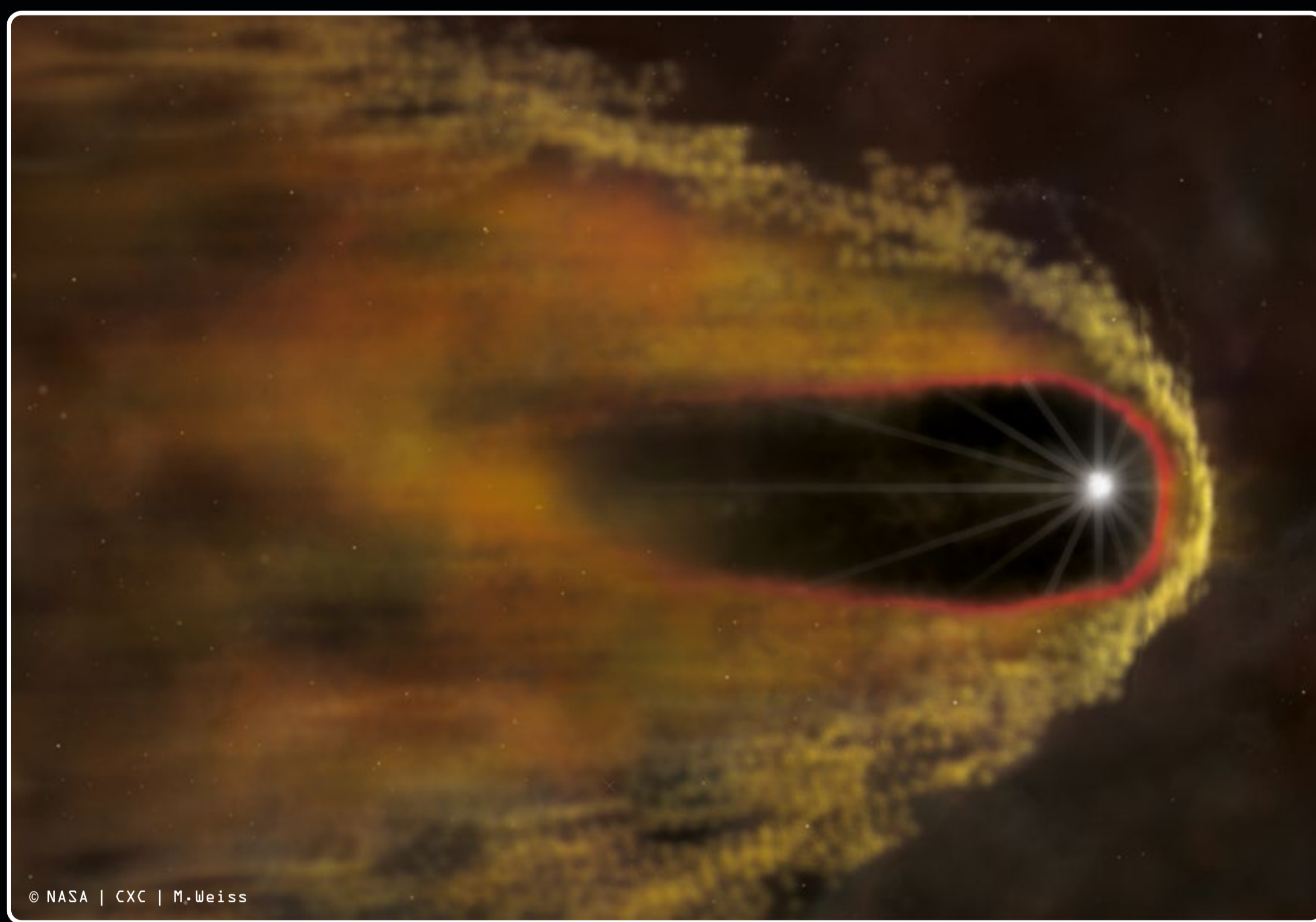
Sind die Sterne räumlich dicht beieinander, so spricht man von einem engen Doppelsternsystem. In einer solchen Situation können sich die Sterne stark gegenseitig beeinflussen, was mitunter zu spektakulären Phänomenen führt. So verformen sich die Sterne bspw. aufgrund der gravitativen Wechselwirkung, treten in physischen Kontakt zueinander (siehe Abb. oben mittig) oder bilden gar eine gemeinsame äußere Sternhülle! Wenn sich die Sterne dabei immer weiter annähern, verschmelzen sie gegebenenfalls zu einem einzigen massereichen Stern!



DOPPELSTERNE

Supernova vom Typ Ia
© NASA | CXO | H. Weiss

Viele der beobachteten Phänomene im Zusammenhang mit Doppelsternsystemen kommen durch den Austausch von Materie zwischen den Sternpartnern zustande. Weil beide Sterne in der Regel mit unterschiedlichen Anfangsmassen geboren werden, entwickeln sie sich auch unterschiedlich schnell (siehe Stele [Sterne]). Während der eine, massereichere Stern sein Endstadium als extrem kompakter Weißer Zwerg schon erreicht haben kann, ist sein Partner möglicherweise noch lange nicht so weit und befindet sich beispielsweise im Stadium eines Roten Riesen, indem der Stern sich zu einem gigantischen, diffusen Gasball aufbläht. In genau so einer Situation kann Stern-Materie vom Roten Riesen auf den kompakten Weißen Zwerg herüberströmen, wo sich das Material zunächst in einer sogenannten Akkretionsscheibe sammelt. Durch die fortlaufende »Fütterung« des Weißen Zwergs mit dem Stern-Material kommt es an seiner Oberfläche zu einer explosiven Zündung der Kernfusion von Wasserstoff, die Hülle wird explosionsartig abgeworfen und der Stern leuchtet hell auf – eine sogenannte Nova ist entstanden. Der Begriff leitet sich von »stella nova« ab und bedeutet neuer Stern, wobei erst heutzutage klar ist, dass nicht wirklich ein neuer Stern entstanden ist.

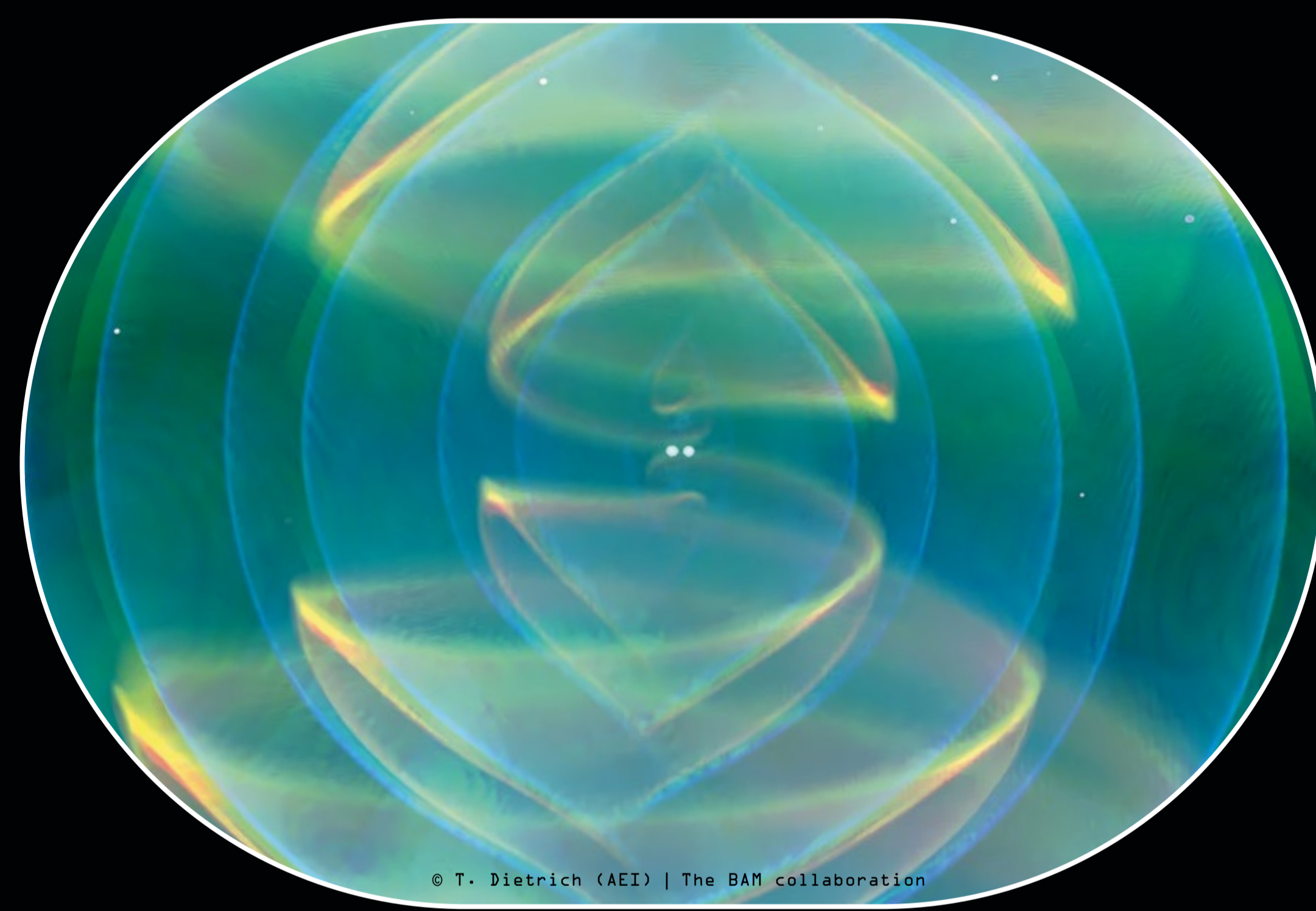


»Schwarze Witwe«

Noch extremer ist das Resultat, wenn der Weiße Zwerg durch die Akkretion eine bestimmte Massengrenze überschreitet (ca. 40 % mehr als die Masse der Sonne; siehe Abb. oben). Dann nämlich explodiert der ganze Stern durch das schlagartige Einsetzen der Kernfusion von Kohlenstoff zu Eisen und Nickel in einer sogenannten thermonuklearen Supernova, wobei der Weiße Zwerg komplett zerrissen wird und kein Reststern mehr übrigbleibt (Supernova vom Typ Ia).

Ein Großteil des Eisens und des Nickels auf der Erde müssen in einem solchen Prozess entstanden sein! Eine solche Supernova ist derart hell, dass man sie selbst bei sehr großen Entfernungen in den Tiefen des Kosmos beobachten kann. Als kosmische »Leuchttürme« können diese Explosionen deshalb zur Vermessung des Universums als Ganzes herangezogen werden.

Gleichfalls gruselig ist ein anderes Szenario in engen Doppelsternsystemen, bei dem einer der beiden Sterne sich zu einem schnell rotierenden Neutronenstern, einem Pulsar, entwickelt hat (siehe Stele [Sterne]). Wenn der Begleitstern dem Pulsar zu nahe kommt, führt die extrem intensive elektromagnetische Strahlung und der Partikelstrom des Pulsars zu einer drastischen Aufheizung des Begleitsterns, wodurch dieser komplett verdampft und damit zerstört wird (Abb. links)! Ein solch extremes System mit einem »stellaren Kannibalismus« wird – in Analogie zum Tierreich – »Schwarze Witwe« genannt.



Gravitationswellen durch verschmelzende Neutronensterne

Ein ebenfalls episches Ereignis ist das Verschmelzen zweier Neutronensterne in einem engen Doppelsternsystem. Hierbei wird nicht nur ein extrem energiereicher Lichtblitz freigesetzt, ein sogenannter Gammablitz, sondern auch Gravitationswellen (siehe Abb. oben). Das sind Verformungen der Raumzeit selbst, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten (Nobelpreis für Physik in 2017; siehe auch Stele [Gravitationswellen]).

All diese faszinierenden Prozesse und Phänomene lassen erahnen, dass Doppelsternsysteme nicht nur eine Laune der Natur darstellen, sondern dass ihre teils dramatischen Lebenswege erhebliche Auswirkungen für die Entwicklung von Galaxien haben. Aus diesem Grund sind Doppel- und Mehrfachsternsysteme Gegenstand intensiver Forschungsaktivitäten in der Astrophysik, so auch an der Universität Potsdam.