

Das Doppelsternsystem GRO J1655-40

Matthias Borchardt, 2021

GRO J1655-40 ist eine Röntgenquelle, die sich als Doppelsternsystem mit Schwarzen Loch herausgestellt hat. Dieses System (Low Mass X-ray Binary) ist etwas über 10 000 Lichtjahre entfernt und inzwischen gut untersucht. So lassen sich aus der Kurve der Radialgeschwindigkeit des umlaufenden Sterns sowie aus seinen ellipsoiden Helligkeitsschwankungen wertvolle Informationen zu diesem System ableiten. Die Umlaufdauer der Komponenten um den gemeinsamen Schwerpunkt beträgt übrigens nur 2,62 Tage, was auf einen sehr kleinen Abstand der Sterne hinweist.

Das Programm „Roche2.exe“ berechnet die Oberfläche des leuchtenden Sterns, wobei die **Randverdunkelung** und die **Gravitationsverdunkelung** berücksichtigt werden. Außerdem berechnet das Programm mithilfe der Summe aller Grauwerte der sichtbaren Oberfläche eine Größe, die ein Maß für die **Helligkeit des Objekts**, wie sie der Beobachter wahrnimmt, ergibt. Interessanterweise ergibt sich bei einem vollen Umlauf eine Helligkeitskurve, die nahezu identisch zu den Lichtkurven ist, welche sich aus den astronomischen Beobachtungen des Doppelsternsystems ergeben haben (s.u.).

Die folgende Helligkeitskurve (s.u.) wurde mithilfe der Simulation „Roche2.exe“ unter Verwendung der folgenden Parameter ermittelt:

Massenverhältnis (Black Hole / Star): $q = 3,9$

Füllfaktor (Roche-Hülle): $f = 1$

Inklination der Bahnebene: $i = 69^\circ$

Randverdunkelung (linear): $limb = 0,76$

Gravitationsverdunkelung: $grav = 0,25$

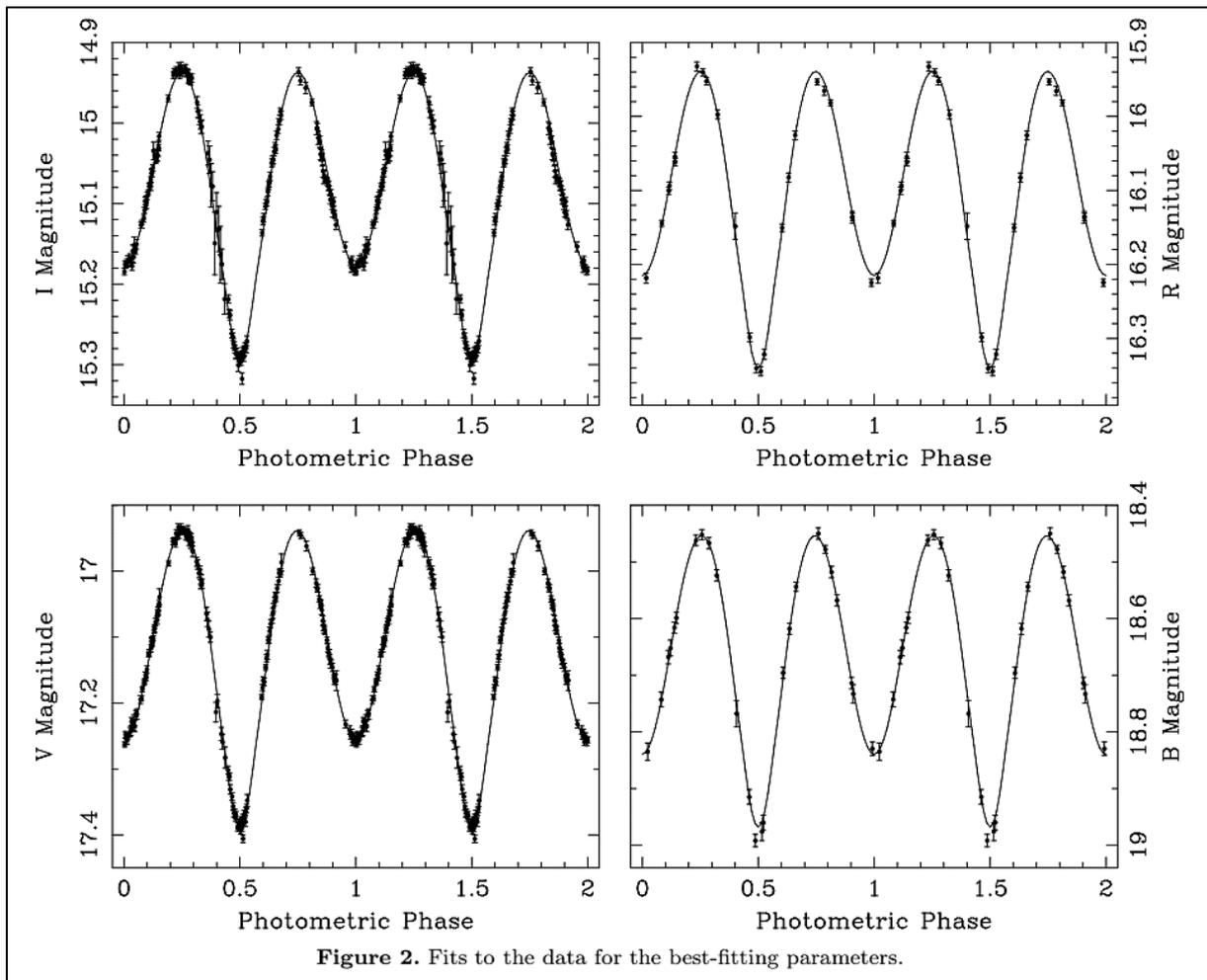
Diese Daten orientieren sich an der Veröffentlichung von Beer und Podsiadlowski aus dem Jahr 2001 (*Beer, Martin & Podsiadlowski, Philipp. (2001). The Quiescent Lightcurve and Evolutionary State of GRO J1655-40. Mon.Not.Roy.Astron.Soc. 331 (2002) 351*)

Die Helligkeitswerte wurden alle 10° bei einem Umlauf des Sterns um den Schwerpunkt des Systems ermittelt, einer Excel-Tabelle übergeben und als Kurve ausgegeben.

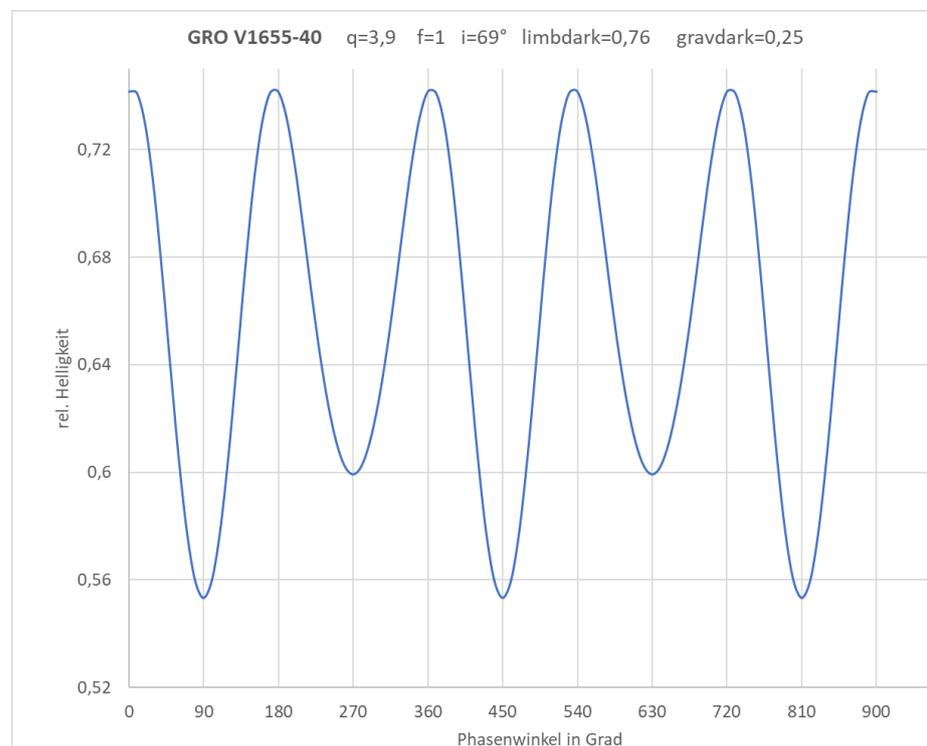
Wie die unteren Abbildungen zeigen, passt die so ermittelte Helligkeitskurve erstaunlich gut über die Helligkeitskurve, die im B-Spektralbereich aufgenommen wurde. Dies ist in der Tat ein wenig überraschend, da die Helligkeit des Sterns in der Simulation durch simples Aufaddieren der Grauwerte ermittelt wurde und der Einfluss der Akkretionsscheibe auf die Helligkeitswerte unberücksichtigt blieb. Aber auch *Beer und Podsiadlowski* weisen in ihrem Paper darauf hin, dass der Einfluss der Akkretionsscheibe in der inaktiven Phase des Röntgendoppelsterns als gering eingestuft werden müsste.

Auch bei anderen Doppelsternsystemen (V723 Mon, H1705-25), die (vermutlich) Schwarze Löcher enthalten, zeigen sich gute Übereinstimmungen zwischen den simulierten und den beobachteten Lichtkurven.

Lichtkurven aus: Beer, Martin & Podsiadlowski, Philipp. (2001). *The Quiescent Lightcurve and Evolutionary State of GRO J1655-40*. *Mon.Not.Roy.Astron.Soc.*



Helligkeitskurve
ermittelt mit der
Simulation
„Roche2.exe“



Die Simulation und die Beobachtung passen erstaunlich gut übereinander:

