

Schnell rotierende Neutronensterne

Theoretische Astrophysik

Daniela Doneva, Kostas D. Kokkotas

Oszillationen schnell rotierender Neutronensterne

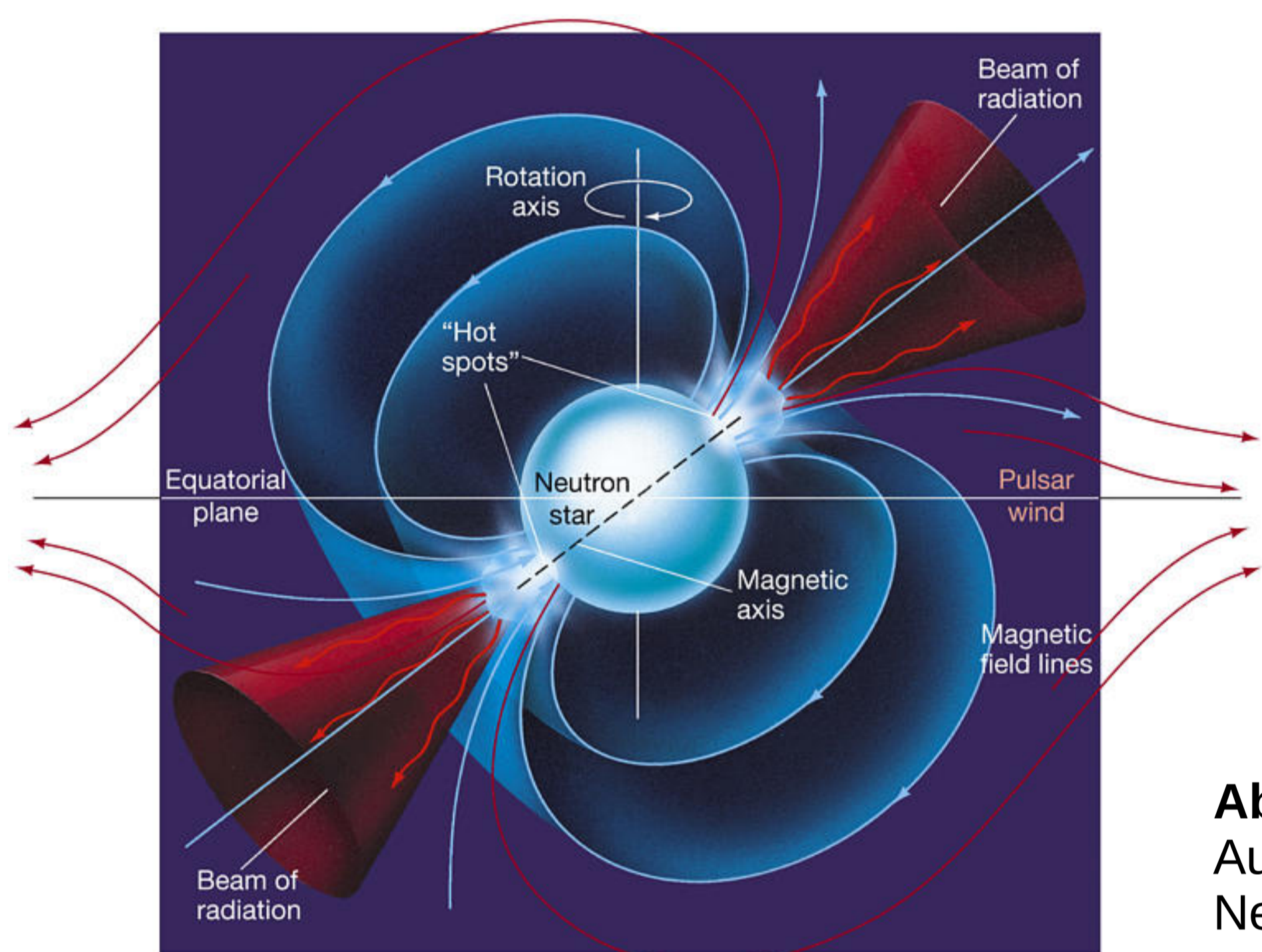


Abb. 1: Schematischer Aufbau eines rotierenden Neutronensterns.

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Während ihrer Entwicklung durchgehen relativistische Sterne Schwingungen, welche unter bestimmten Bedingungen instabil werden können. Beispielsweise erwartet man von neugeborenen Neutronensternen, dass sie nach ihrer Entstehung durch einen Supernovakollaps oder durch das Verschmelzen zweier Neutronensterne stark oszillieren. Eine zusätzliche Rotation der Sterne beeinträchtigt diese Schwingungen immens. Falls eine kritische Rotationsgeschwindigkeit überschritten wird, kann es zu Instabilitäten kommen. Dies bedeutet, dass die Amplitude der Schwingungen und der abgestrahlten Gravitationswellen exponentiell mit der Zeit, eventuell sogar auf ein messbares Level, zunimmt anstatt abzufallen. Die resultierende Strahlung an Gravitationswellen kann dann mithilfe von erdbasierten Detektoren gemessen werden.

Neutronensterne, die direkt nach der Verschmelzung von zwei Neutronensternen gebildet werden, unterliegen diesen Instabilitäten und sind daher die vielversprechendsten Beobachtungsquellen der Gravitationswellen, was auch erst vor einigen Monaten zum ersten Mal gemessen wurde. Mit einem auf linearer Störungstheorie basierenden Ansatz beschreiben wir die Entwicklung der Gravitationswellenamplitude und

folgen dem Verlauf eines neugeborenen, schnell rotierenden Neutronensterns durch sein Instabilitätsgebiet. Daraus können wir bestimmen, ob das erzeugte Signal stark genug ist, um auf der Erde beobachtbar zu sein.

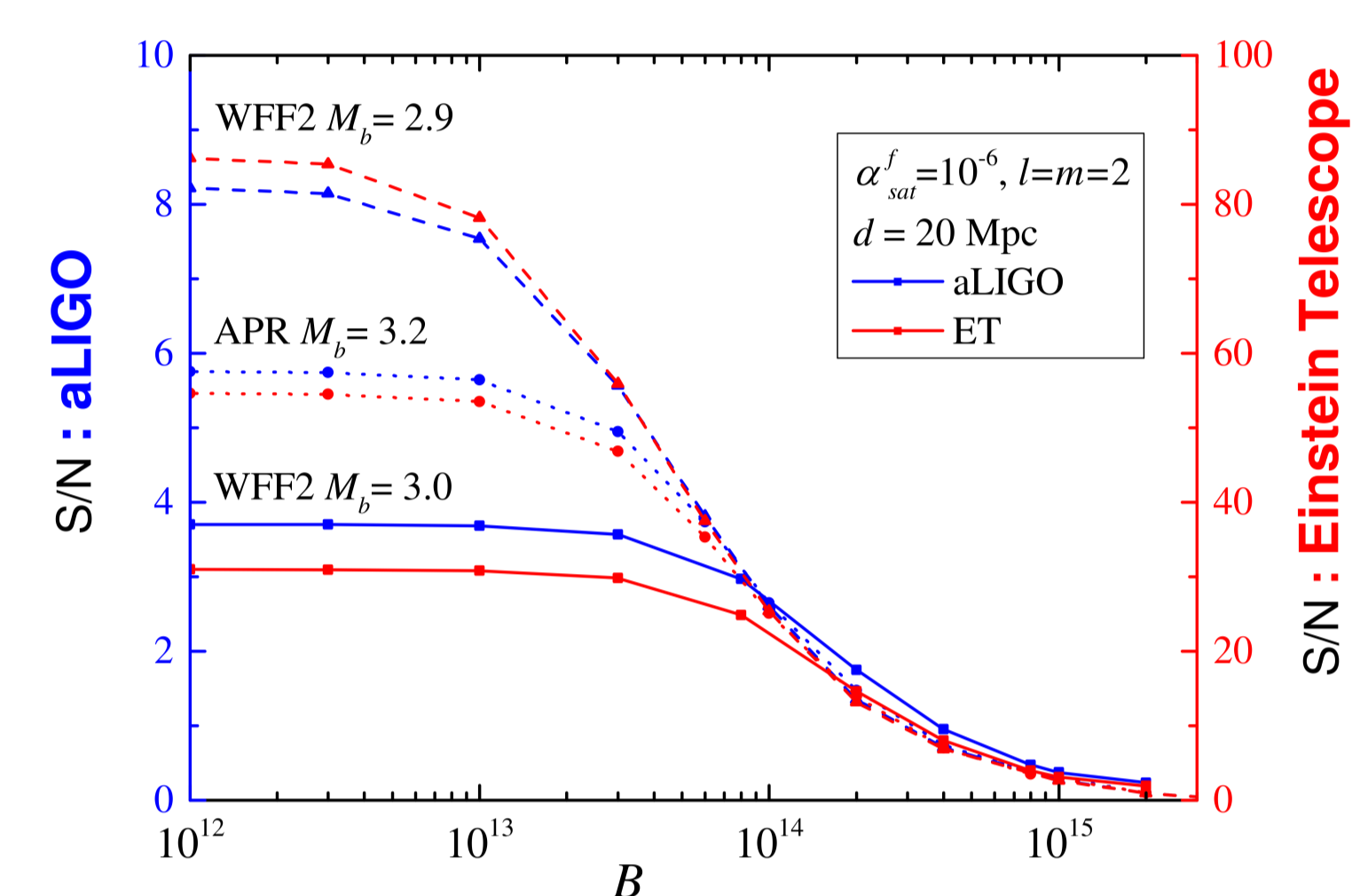


Abb. 2: Signal zu Rauschverhältnis für instabile f-Moden von verschmolzenen Neutronensternen.

Quelle: Doneva et al, Phys. Rev. D 92, 104040, 2015

Gravitationswellen Astroseismologie

Die potentiell beobachtbaren Gravitationswellensignale von oszillierenden Neutronensternen können dazu verwendet werden, die Parameter eines Neutronensterns zu bestimmen, was den Kernpunkt der Gravitationswellenastroseismologie bildet. Dafür haben wir einige Beziehungen zwischen Oszillationsfrequenzen und Abklingzeiten des Neutronensterns mit seiner Masse, seinem Radius und seiner Drehfrequenz hergeleitet. Diese Beziehungen führen in der Praxis zu einer guten Bestimmung der Parameter eines Neutronensterns, sobald Gravitationswellen von oszillierenden Neutronensternen gemessen werden können.

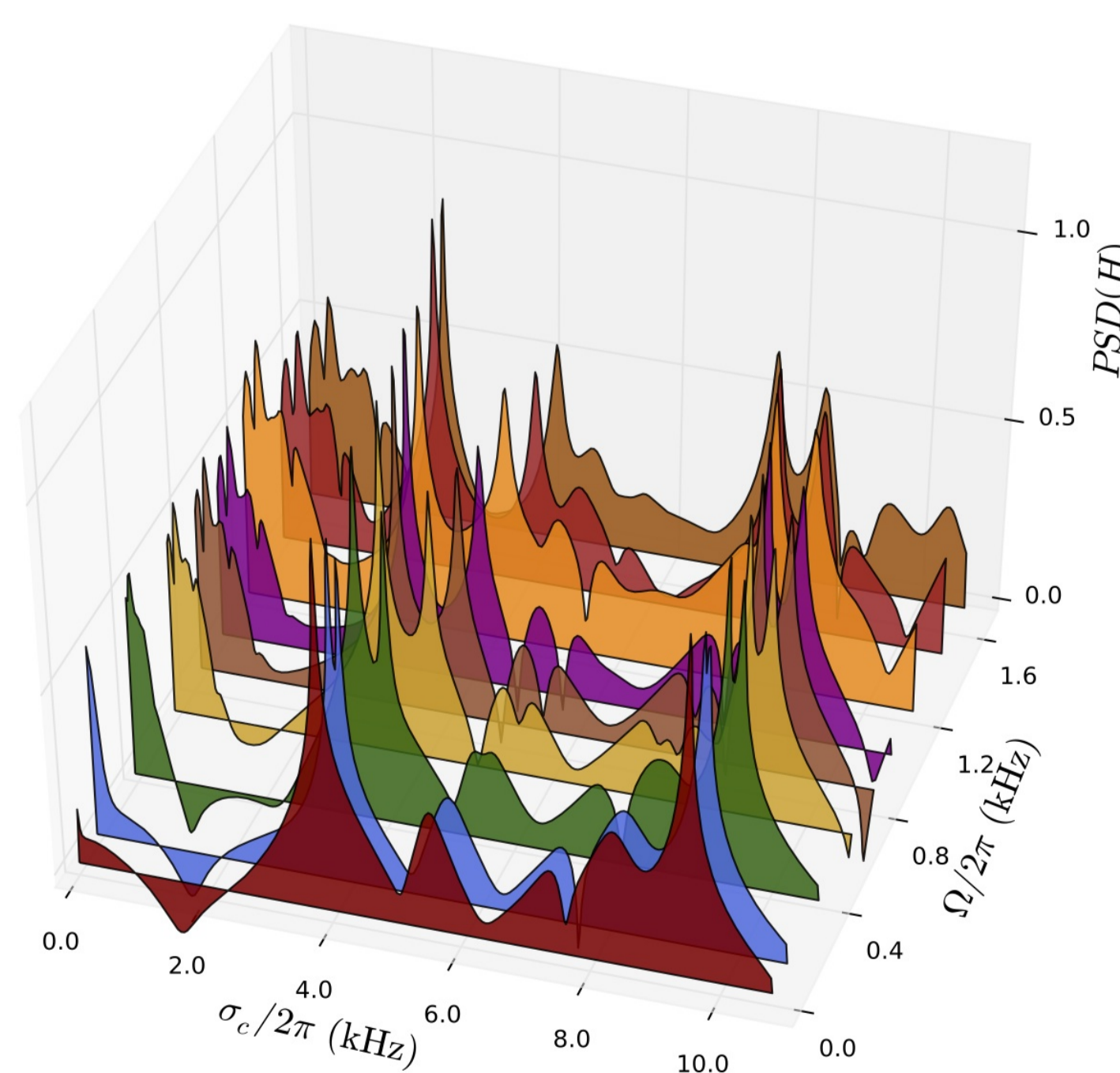


Abb. 3: Die Aufspaltung der Moden für schnell rotierende Neutronensterne.

