

Eine Vielzahl von Erscheinungen der Sonnenatmosphäre wird unter dem Begriff Sonnenaktivität zusammengefasst. Auch auf anderen Sternen werden Aktivitätsphänomene beobachtet, die anscheinend eine Ähnlichkeit zu denen der Sonne aufweisen. Stellare Aktivität steht in engem Zusammenhang zu magnetohydrodynamischen Prozessen in stellaren Konvektionszonen. Vermutlich führen komplexe Strömungen des konvektierenden Plasmas im Zusammenspiel mit der Rotation des Sterns zu einem selbsterregenden Dynamo. Die Beobachtung differentieller (d.h. nicht starrer) Oberflächenrotation ist ein wichtiger Beitrag zum Verständnis der Dynamik äusserer stellarer Konvektionszonen.

Ein auffälliges Zeichen solarer Aktivität sind Sonnenflecken; auch die Oberflächen anderer Sterne als der Sonne zeigen dunkle Flecken. In welchem Maße diese Sternflecken analog zu Sonnenflecken sind, ist gegenwärtig weitgehend unbekannt; das gilt ebenso für die Prozesse, die ihre Eigenschaften bestimmen.

Doppler-Tomographie überwindet die Beugungsbegrenzung der Auflösung direkter und interferometrischer Abbildungsverfahren, indem sie die rotationsmodulierte Information in Sternspektren ausnutzt. Derzeit ist Doppler-Tomographie die einzige Methode zur Erzeugung aufgelöster Oberflächenbilder sonnenartiger Sterne.

Nach einer Darstellung von Beobachtungsergebnissen und theoretischer Grundlagen beschreibt der erste Teil dieser Arbeit das Doppler-tomographische Verfahren CLDI (CLEAN-like Doppler imaging = CLEAN-artige Doppler-Tomographie). CLDI wurde als Teil dieser Arbeit entwickelt, aufbauend auf den Arbeiten von Kürster (1991). CLDI wurde weiterentwickelt und in die Lage versetzt, Doppler-Bilder hoher Auflösung zu erzeugen. Umfangreiche Tests zeigen, dass die Leistungsfähigkeit von CLDI verbessert worden ist. Im Gegensatz zu Maximum-Entropie-Methoden ist CLDI kein explizites Optimierungsverfahren; die daraus resultierenden grundlegenden Beschränkungen wurden für CLDI systematisch untersucht. Es wird vorgeschlagen, CLDI zu verwenden, um die Zuverlässigkeit von Doppler-Bildern anderer Verfahren zu prüfen. Seine teilweise methodische Unabhängigkeit von anderen Verfahren macht CLDI für ein solches Verfahren geeignet.

Der zweite Teil dieser Arbeit enthält eine Darstellung des Verfahrens sLSD (selective least-squares deconvolution = selektive Quadratmittel-minimierende Entfaltung). sLSD dient der Entfaltung von Spektren schnellrotierender Sterne und baut auf dem Verfahren LSD auf, das von Donati et al. eingeführt wurde. Als eine Weiterentwicklung von LSD ist sLSD auf eine Anwendung auf relativ schmalen Wellenlängenbereichen ausgerichtet; dadurch können individuelle Eigenschaften der zu entfaltenden Spektrallinien berücksichtigt werden. sLSD verwendet eine Tichonov-Regularisierung, um sein Funktionieren auf schmalen Spektralbereichen zu unterstützen. Die Konsistenz der Ergebnisse von sLSD wurde durch seine Anwendung auf verschiedene Spektralbereiche und Musterspektren überprüft.

Der dritte Teil beschreibt die Resultate dieser Arbeit über den ultraschnell rotierenden, hochaktiven sonnenartigen Vorhauptreihenstern "Speedy Mic" (= HD197890, K2 V,  $P_{\text{rot}} = 0.380$  days). Im Rahmen dieser Arbeit wurde mit dem Spektrographen UVES am "Very Large Telescope" (VLT) eine spektrale Zeitserie von Speedy Mic aufgenommen, die eine homogene Qualität und eine dichte Abdeckung der Rotationsphasen zweier stellarer Umdrehungen aufweist. Diese Zeitserie wurde für die Konstruktion zweier Doppler-Bilder mit Hilfe von CLDI verwendet. Die Auflösung dieser Doppler-Bilder wurde zu etwa zehn Grad auf der Oberfläche Speedy Mics bestimmt, indem Rekonstruktionen von verschiedenen Untermengen der spektralen Daten verglichen wurden.

Die Doppler-Bilder Speedy Mics weisen im Gegensatz zu den meisten anderen ultraschnell rotierender K-Zwergsternen keinen polaren Fleck auf. Sie zeigen, dass Großteile der Flecken auf Speedy Mic im Zeitraum zwischen den Doppler-Bildern, etwa 13 stellare Umdrehungen, auf allen aufgelösten Skalen stabil sind. Allerdings treten auch Veränderungen der Fleckenverteilung auf Skalen von bis zu etwa 30 Grad in stellarer Länge und Breite auf.

Diese Veränderungen führen zu einer aperiodischen Lichtkurve; dieses Verhalten wurde durch photometrische Beobachtungen zwischen den beiden Dopplerbildern bestätigt. Eine Analyse aller für Speedy Mic verfügbaren photometrischen Daten deutet darauf hin, dass Speedy Mic sowohl Zeiträume stabiler Fleckenverteilungen während einiger Wochen aufweist als auch Epochen wesentlicher Fleckenveränderungen während weniger Tage.

Die Stärke der differentiellen Rotation wurde aus einer Kreuzkorrelation der Doppler-Bilder mit  $|\alpha| = \Delta\Omega/\Omega < 0.004 \pm 0.002$  nach oben abgeschätzt, er liegt also unterhalb von fünf Hundertsteln des solaren Wertes. Lediglich die Entwicklung der größten rekonstruierten Fleckengruppe liefert Hinweise auf eine mögliche anti-solare differentielle Rotation. Anti-solar bedeutet hier, dass der Äquator mit höherer Winkelgeschwindigkeit rotiert als die polaren Regionen. Anti-solare differentielle Rotation sonnenartiger Sterne ist nicht durch grundlegende Argumente auszuschliessen, sie widerspricht jedoch gegenwärtigen theoretischen Modellen.

Eine teilweise Untersuchung der zeitabhängigen Emission im Kern der Ca II K Linie liefert Anzeichen von örtlich begrenzten Regionen chromosphärischer Aktivität auf Speedy Mic. Einige dieser Regionen scheinen langlebig zu sein, während andere nur kurz beobachtbar sind. Eine weitergehende Untersuchung auf der Grundlage der vorhandenen Daten wird vorgeschlagen, um eine weitergehende Lokalisierung dieser Regionen zu ermöglichen.