

Analyse von synthetischen Spektren M-type giants

KENN Michael, 8725258

17. Mai 2011

Zusammenfassung

Im Rahmen der Übung zur Vorlesung "Endstadien der Sternentwicklung" werden Spektren von Riesen und Überriesen der Spektralklasse M betrachtet. Daraus können Rückschlüsse auf Temperatur und Ausdehnung bzw. Schwerebeschleunigung des Sterns gewonnen werden.

Frage 1 :

Mit g in cm/s^2 gilt für Radius r und Leuchtkraft L

$$\begin{aligned}r/\text{AU} &= 0.770 \cdot 10^{-\frac{1}{2} \log g} \\L/L_{\odot} &= 24.608 \cdot 10^{-\log g} \left(\frac{T}{1000 \text{ K}} \right)^4\end{aligned}$$

Die errechneten Modellwerte sind in Tabelle 1 zusammengefasst bzw. in Abbildung 1 veranschaulicht.

Frage 2 :

Die in der Angabe aufgelisteten Sternmodelle und der solare ($M = M_{\odot}$) Entwicklungsweg für $Z=0.017$ und $Y=0.26$ sind in Abbildung 2 zu sehen.

Frage 3 :

Abbildung 3 zeigt ein geglättetes Absorptionsspektrum bei $T = 4200 \text{ K}$ und $\log g = 0.0 \text{ cm/s}^2$ (Modell 17). Geglättet wird mit einer Dreieckfunktion über eine Gesamtbreite von ca. 4% der Wellenlänge. Minimale Absorption, und

Modell	$T_{\text{eff}}[\text{K}]$	$\log g[\text{cm/s}^2]$	R/AU	L/L_{\odot}
001	2600	0.0	0.770	1125
002	2700	0.0	0.770	1308
003	2800	0.0	0.770	1513
005	3000	0.0	0.770	1993
006	3100	0.0	0.770	2273
007	3200	0.0	0.770	2580
009	3400	0.0	0.770	3289
011	3600	0.0	0.770	4133
013	3800	0.0	0.770	5131
015	4000	0.0	0.770	6300
017	4200	0.0	0.770	7657
031	2800	-0.2	0.970	2397
032	2800	-0.4	1.221	3799
033	2800	-0.6	1.537	6022
034	3000	-0.2	0.970	3159
035	3000	-0.4	1.221	5007
036	3000	-0.5	1.370	6303
037	3200	-0.2	0.970	4090
038	3200	-0.4	1.221	6482
039	3400	-0.2	0.970	5212
040	3400	-0.4	1.221	8260
041	3400	-0.6	1.537	13092

Tabelle 1: Radien und Leuchtkräfte der Modellsterne

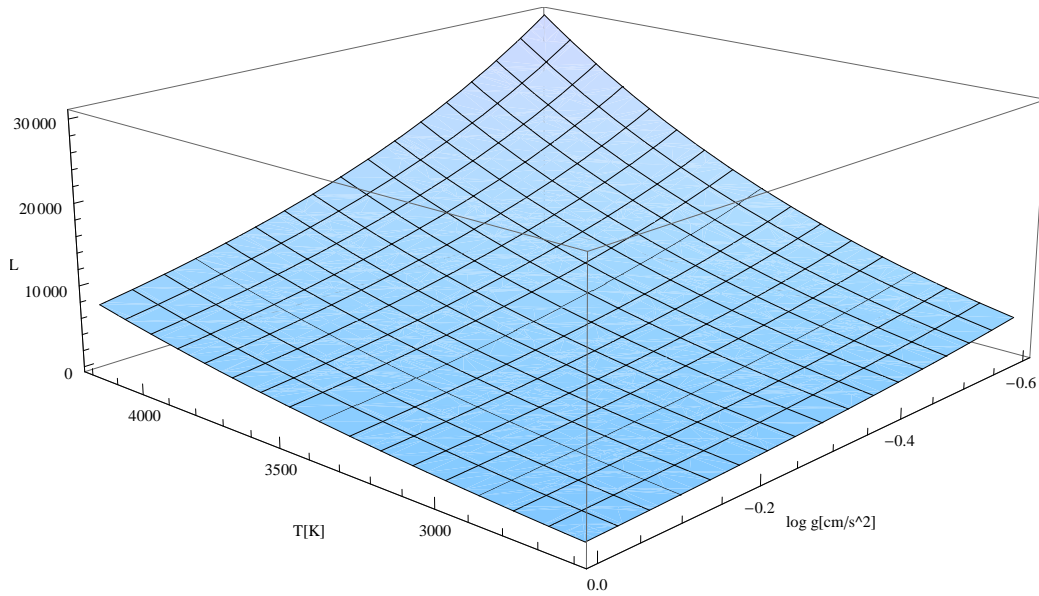


Abbildung 1: Leuchtkraftfunktion $L = L(T, \log g)$ in L_{\odot}

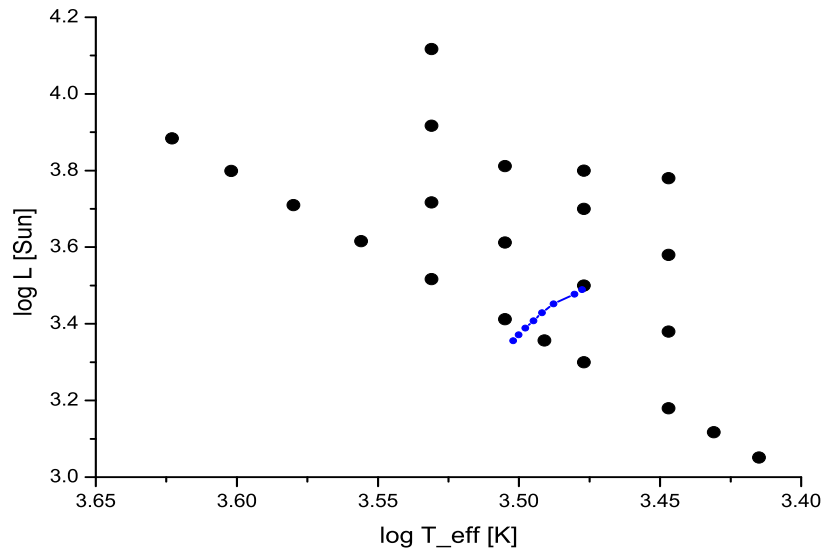


Abbildung 2: $\log(T)$ vs. $\log(L)$ für die gegebenen Modelle, sowie der solare ($M = M_{\odot}$) Entwicklungsweg für $Z=0.017$ und $Y=0.26$

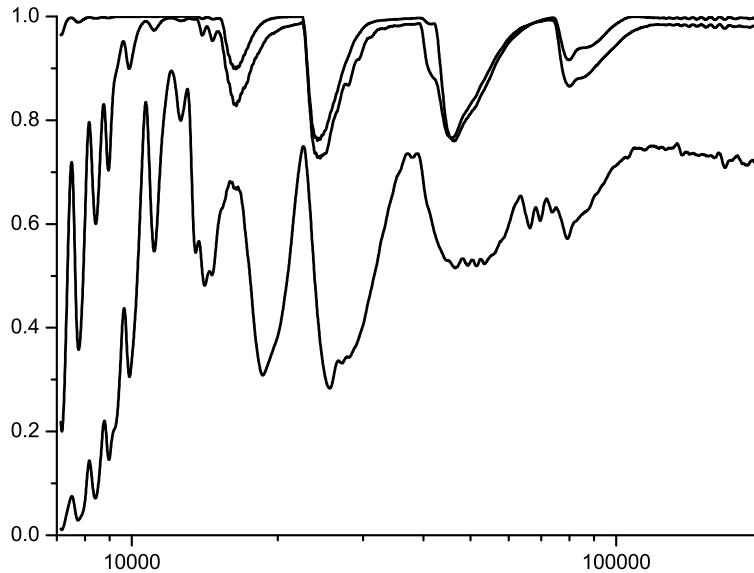


Abbildung 3: Geglättetes Absorptionsspektrum für 3 Sterne mit $T = 4200\text{ K}$, $T = 3400\text{ K}$ und $T = 2600\text{ K}$ sowie $\log g = 0.0$, $[g] = \text{cm/s}^2$. Je wärmer der Stern, desto geringere Absorption ist gegeben. Bei der obersten Linien ($T=4200\text{ K}$) sieht man die Bereiche, wo keine Absorption vorliegt und das Kontinuum beobachtbar ist.

damit theoretisch gute Beobachtungsmöglichkeit des stellaren Kontinuum, sind demnach bei den Wellenlängen $2.24\mu\text{m}$, $3.92\mu\text{m}$, $7.40\mu\text{m}$ und $10.9\mu\text{m}$ gegeben. Speziell um $10\mu\text{m}$ gibt es ein atmosphärisches Fenster, und es kann auch von der Erde aus beobachtet werden (siehe Abbildung 4).

Frage 4 :

Ich habe bei der Temperaturbestimmung speziell TiO , H_2O sowie in geringerem Ausmaß auch OH identifiziert. Zur Bestimmung der Gravitationsbeschleunigung habe ich die SiO -Linien herangezogen. Die Referenzspektren stehen im Rahmen der Aufgabenstellung zur Verfügung. Details zu den identifizierten Molekülfeatures finden sich bei der Beantwortung der folgenden zwei Fragen.

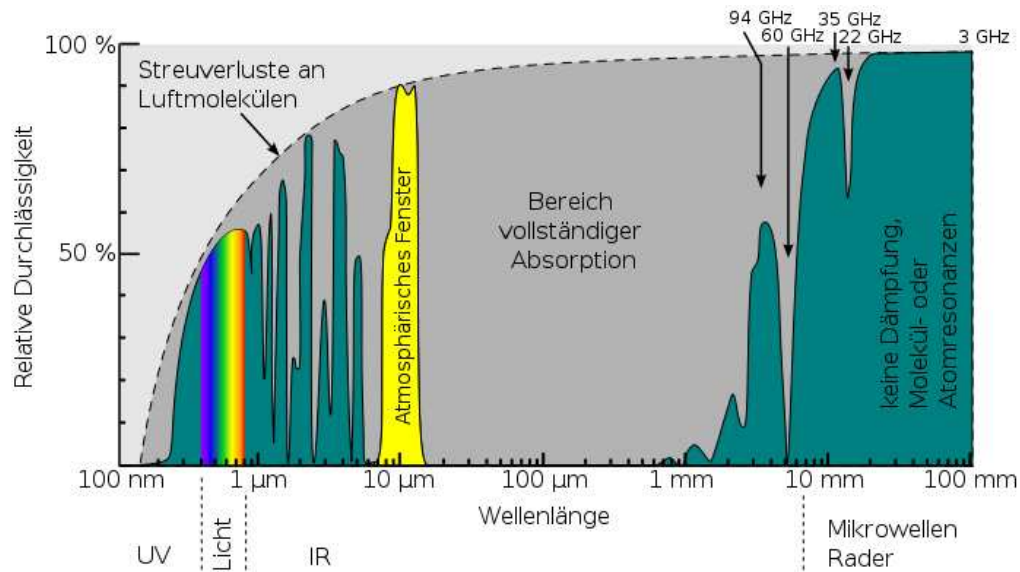


Abbildung 4: Atmosphärische Beobachtungsfenster

Frage 5 :

Die Temperaturbestimmung geht idealerweise über TiO-Linien zwischen $0.7\mu\text{m}$ und $1.2\mu\text{m}$ (Abbildung 5). Große Intensitätsunterschiede sind auch bei den H_2O -Linien zwischen $1.7\mu\text{m}$ und $2.3\mu\text{m}$ erkennbar (Abbildung 6). Ein geringerer Beitrag könnte auch vom OH kommen.

Frage 6 :

Die Bestimmung der Gravitationsbeschleunigung geht am Besten über SiO-Linien zwischen $7.5\mu\text{m}$ und $10\mu\text{m}$ (Abbildung 7). Die Unterscheidung ist bei wärmeren Sternen (3400K) deutlicher als bei kühlen (2800K). Bei kühleren Sternen (2800K) gibt es auch noch die Möglichkeit über die H_2O -Linien speziell zwischen $1.8\mu\text{m}$ und $2.2\mu\text{m}$ zu unterscheiden (Abbildung 8), die Unterschiede sind dort aber nicht besonders gut ausgeprägt.

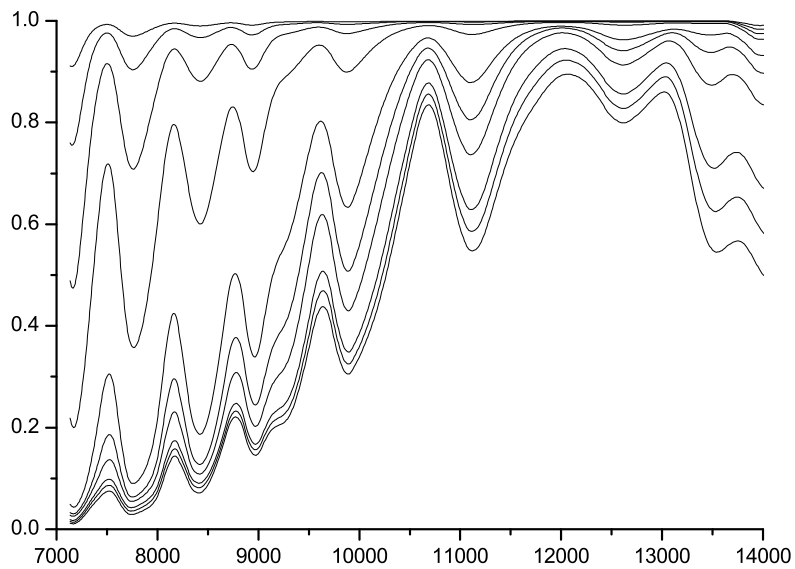
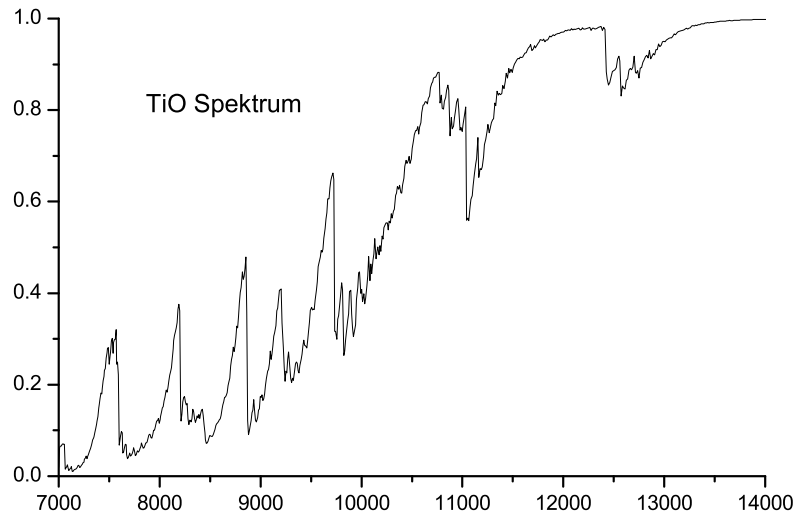


Abbildung 5: Das Absorptionsverhalten ist zwischen $0.7\mu\text{m}$ und $1.2\mu\text{m}$ stark temperaturabhängig. In diesem Bereich sind TiO-Linien vorherrschend, wie die obere Graphik zeigt. Unten sind die Absorptionslinien der Modellsterne für Temperaturen zwischen 2600 K und 4200 K aufgetragen, wobei kühlere Sterne mehr absorbieren.

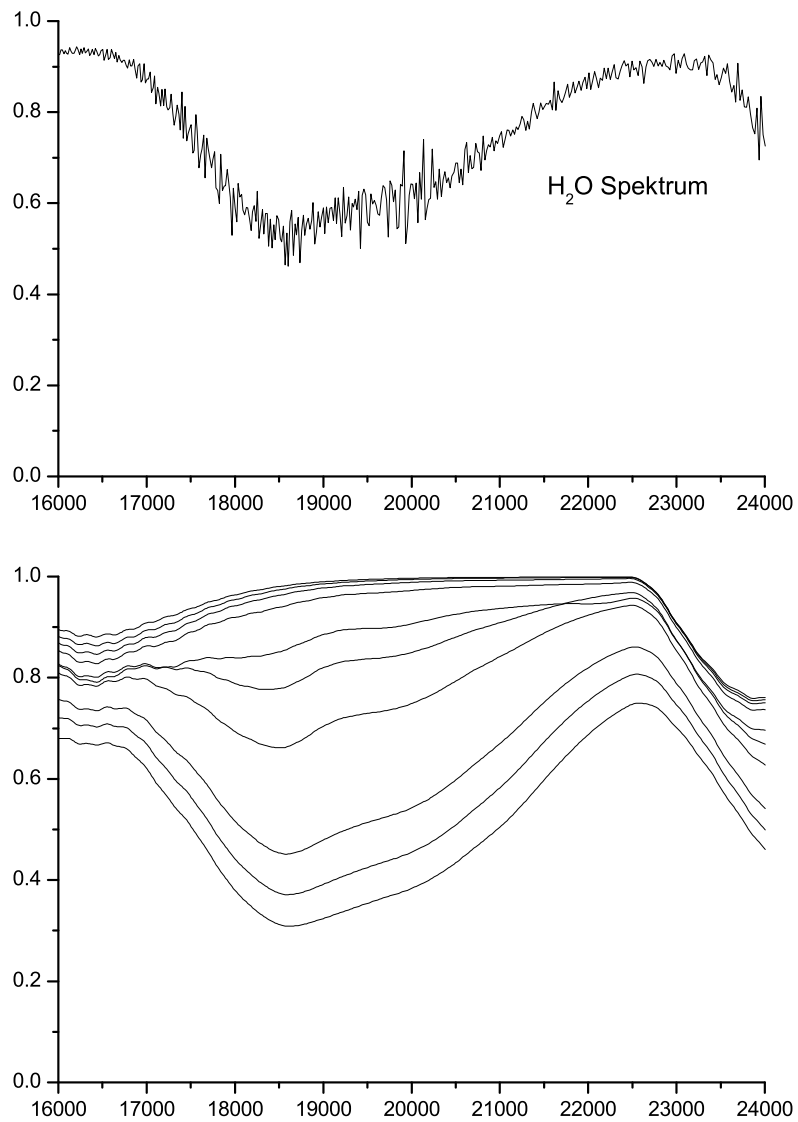


Abbildung 6: Temperaturbestimmung zwischen $1.7\mu\text{m}$ und $2.3\mu\text{m}$ mittels H_2O -Absorptionslinien. Oben sind die H_2O -Linien dargestellt, unten die Absorptionslinien der Modellsterne für Temperaturen zwischen 2600 K und 4200 K.

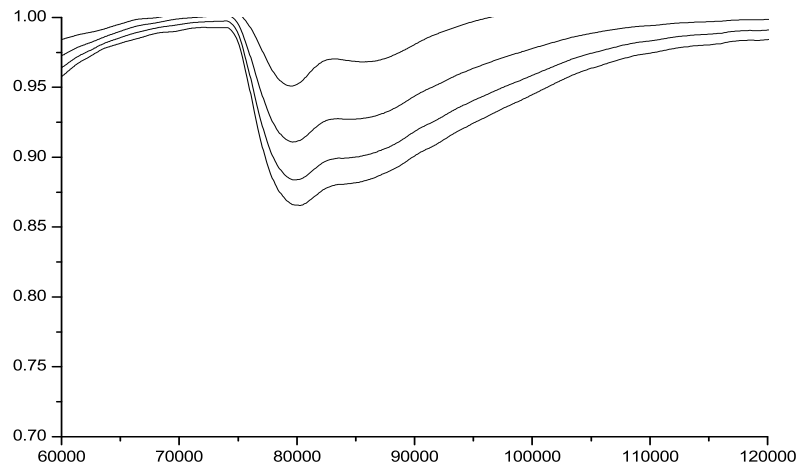
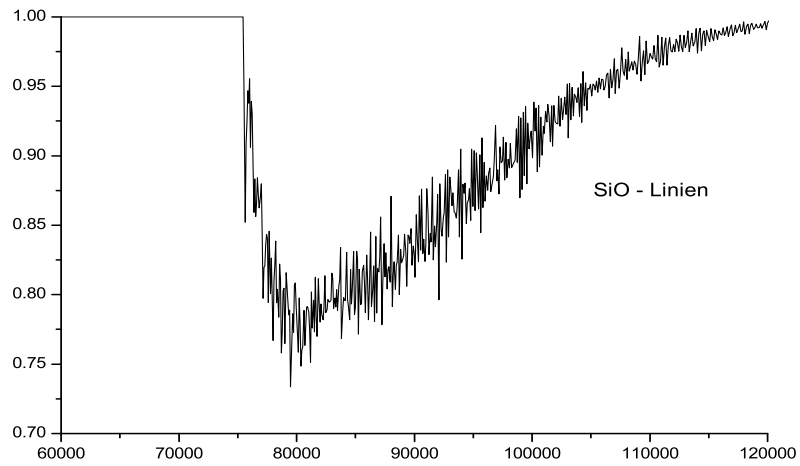


Abbildung 7: Bestimmung der Gravitationsbeschleunigung mittels SiO-Banden zwischen $7.5\mu\text{m}$ und $10\mu\text{m}$ bei hohen Temperaturen (3400 K)

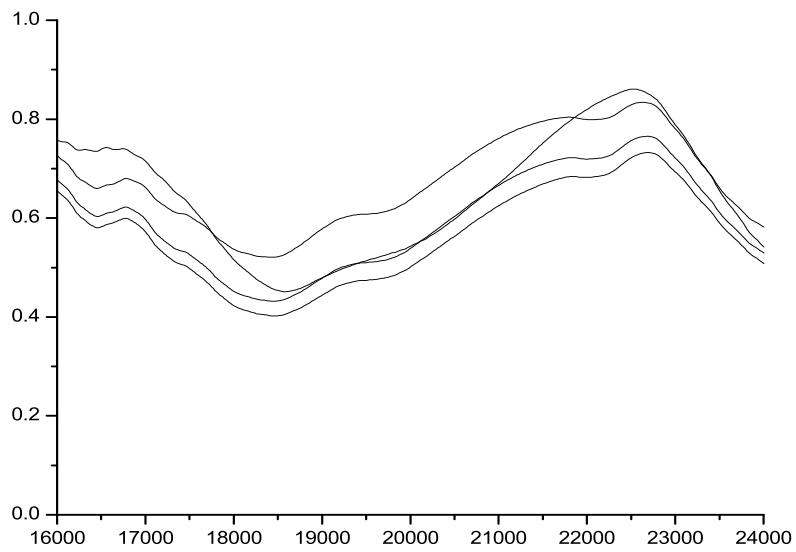
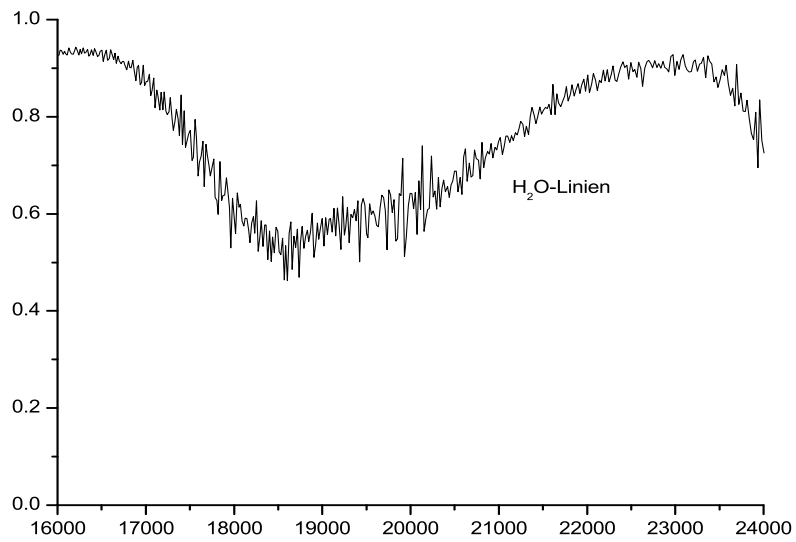


Abbildung 8: Bestimmung der Gravitationsbeschleunigung mittels H₂O-Banden zwischen 1.8 μ m und 2.2 μ m bei T=2800 K