

TARTU ÜLIKOOLI TOIMETUSED  
ACTA UNIVERSITATIS TARTUENSIS / DORPATENSIS

===== A — XXXVIII<sub>10</sub> =====

# ZUSAMMENGESetzte STERNMODELLE

II

VON

ERNST ÖPIK

TARTU / DORPAT 1943

ZUSAMMENGESetzte  
STERNMODELLE

II

VON

ERNST ÖPIK

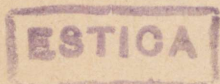
DORPAT 1943

6st.



12034

*Acta Universitatis Tartuensis / Dorpatensis A XXXVIII, 10*



A-9741

## Zusammengesetzte Sternmodelle.

Sternmodelle mit einem konvektiven Kern, dessen mittleres Molekulargewicht grösser ist, als dasjenige der Aussenhülle, sind von besonderem Interesse, da die durch Atomkernumwandlungen bestimmte Sternentwicklung höchstwahrscheinlich zu derartigen Strukturen führen muss<sup>2</sup>. In einer früheren Abhandlung<sup>1</sup>, die als erster Teil der gegenwärtigen Untersuchung angesehen werden kann, hat der Verfasser eine Anzahl entsprechender Modelle berechnet; im folgenden sind neue, auf den Fall von einem kleinen relativen Wert des Strahlungsdruckes bezügliche Berechnungen zusammengefasst, die also eine Fortsetzung der „Zwerg-“ und „Halbriesenmodelle“ des ersten Teiles bilden [vgl.<sup>1</sup>, Modelle Nr. 1 bis 7 (gleichmässige chemische Zusammensetzung) und Nr. 8 bis 12 (ungleichmässige Zusammensetzung)]. Es existiert eine ganze Schar von solchen Sternmodelltypen, die untereinander keine Homologie aufweisen, von denen jedoch jedes Modell einzeln homolog umgewandelt werden kann.

Unsere Aufgabe besteht in der Klarstellung des Netto-Einflusses des inneren Aufbaus (der relativen Kernmasse und des Gleichgewichtszustandes der Aussenschichten) auf Leuchtkraft, Halbmesser und Mittelpunktstemperatur. Um den reinen Einfluss der Struktur zu erhalten, sind die durch Ionisation, Opazität, kontinuierliche radiale Änderung der chemischen Zusammensetzung u. dgl. bedingten, in reellen Sternen zu erwartenden Komplikationen vorläufig unberücksichtigt geblieben. Die Rechnungen sind also durchgeführt mit einem konstanten Wert des adiabatischen polytropischen Indexes  $n_a = 1.5$ ; der Wasserstoffgehalt des konvektiven Kerns ist gleich Null angenommen, mit  $\bar{\mu} = 2.24$  und  $\log k_o = 25.4660$  wie vorher<sup>1</sup>; im Aussengebiet des Sterns ist der Wasserstoffgehalt gleich  $\frac{1}{3}$ ,  $\bar{\mu} = 1.063$  und  $\log k_o = 25.0660$  angenommen<sup>1</sup>; für die Opazität ist der konventionelle Ausdruck von Kramers angenommen worden, mit einem der Elektronstreuung Rechnung tragenden Zusatzglied [vgl.<sup>1</sup>, (1)]; die Ände-

rung des „Guillotinen-Faktors“ der Opazität ist unberücksichtigt geblieben. Die Formeln, die Berechnungsmethode und die Bezeichnungen entsprechen genau denen des ersten Teils<sup>1</sup>. Konstante absolute Werte von Masse ( $3,172 \cdot 10^{32}$  g) und Radius ( $2,222 \cdot 10^{10}$  cm) des konvektiven Kerngebiets sind allen Berechnungen zugrunde gelegt worden. Man erhält eine zweidimensionale Schar von Modellen, indem man  $z$  (Emdens reduzierter Radius des Kerngebiets) und  $L$  (Leuchtkraft) variiert.  $L = Q_e$  ist gleich dem Nettostrom der Strahlung ausserhalb des Kerngebiets an der Grenze desselben; im Kerngebiet ist der Nettostrom kleiner; die Differenz der Nettostrahlung an der Grenze des Kerngebiets muss durch konvektiven Wärmetransport im Inneren des Kerns ausgeglichen sein. Es sei bemerkt, dass in unseren Modellen kein spezifisches Gesetz der Energieproduktion angenommen worden ist; unser formeller Standpunkt entspricht der Annahme, dass sich ausserhalb des konvektiven Kerns keine Energiequellen finden; diese Annahme steht in formellem Widerspruch mit der Annahme des Fehlens von Wasserstoff im Kern, also auch des Fehlens von Atomsynthese aus Wasserstoff, was nach modernen Ansichten mit dem Fehlen von nennenswerten Energiequellen im Kern gleichbedeutend ist (falls der Kern nicht überdicht ist). Der scheinbare Widerspruch bildet jedoch kein Hindernis zur Untersuchung einer Reihe von Sternmodellen, deren Haupteigenschaft in der Verschiedenheit des Molekulargewichts von Kern und Aussengebiet besteht; die Resultate unserer Rechnungen können gleichfalls angewandt werden im Falle eines von Null abweichenden Wasserstoffgehalts im Kern, falls der Wasserstoffgehalt ausserhalb des Kerns entsprechend grösser angenommen wird; in diesem Falle kann man die entsprechenden Modelle auch mit den reellen Gesetzen der Energieproduktion durch Kernumwandlungen in Einklang bringen.

Die Anfangsbedingungen der Berechnungen für jede Modellgruppe (entsprechend den verschiedenen Werten von  $z$ ) sind in Tabelle 1 enthalten; diese Bedingungen bestimmen die angenommene Struktur des konvektiven Kerns, der als eine unvollständige Polytrope oder als zentraler Teil einer gewissen Polytrope  $n = 1.5$  anzusehen ist; der Aussenradius der Polytrope ist gleich  $R_o = \frac{rR'}{z}$ , wo  $R' = 3.6571$  bei  $n = 1.5$  (vgl. Emden, Gaskugeln), und  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$ ; die Gesamtmasse der Polytrope ist gleich

$$M_o = \frac{M_r M'}{\left(-z^2 \frac{du}{dz}\right)}, \quad \text{wobei } M' = 2.7176 \quad (n = 1.5) \text{ und } M_r = 3,172 \cdot 10^{32};$$

$-z^2 \frac{du}{dz}$  ist aus Emdens Tabellen,  $n = 1.5$ , für den entsprechenden Wert von  $z$  zu entnehmen. Sobald  $R_o$  und  $M_o$  angegeben sind, sind die zentrale Temperatur, die Dichte und andere die Struktur des Kerns bestimmende Daten leicht zu berechnen. In diese, den Aufbau des konvektiven Kerns bestimmende Rechnungen wurden gewisse Mittelwerte des relativen Strahlungsdrucks eingeführt [vgl.<sup>1</sup>, Formel (18)], welches Verfahren wegen des kleinen Wertes von  $1 - \beta$  berechtigt ist. Dagegen wurde von dieser Vereinfachung im Zwischengebiet des Strahlungsgleichgewichts kein Gebrauch gemacht, während im äusseren konvektiven Gebiet wiederum mit einem mittleren Wert von  $1 - \beta$  gerechnet worden ist.

Die Tabellen 2—6 enthalten die Berechnungen für die einzelnen Modelle; die Berechnungen für den Fall  $z = 1.75$  sind schon im ersten Teil publiziert worden (vgl.<sup>1</sup>, Tabelle 4, Modelle Nr. 8 bis 12).

Tabelle 1.

Struktur des konvektiven Kerns, der als unvollständige Polytrope  $n = 1.5$  angenommen ist;  $z$  ist der reduzierte (Emden'sche) Radius des Kerns.

Absoluter Radius des Kerns  $r_1 = 2,222 \cdot 10^{10}$  cm, Masse des Kerns  $M r_1 = 3,172 \cdot 10^{32}$  g;  $\mu = 2.24$ .

$z$	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	
Die ursprüngliche Polytrope	$\log M_0$	33.2225	33.0301	32.8794	32.7629	32.6735	32.6067	32.5589	32.5274
	$\log R_0$	10.8131	10.7339	10.6670	10.6090	10.5578	10.5121	10.4707	10.4329
	$1 - \beta$	0.0407	0.0185	0.0096	0.0058	0.0039	0.0029	0.0022	0.0020
	$10^{-6} T_c$	23.95	18.88	15.71	13.78	12.65	12.06	11.89	12.07
	$\log \varrho_c$	0.9393	0.9845	1.0345	1.0920	1.1562	1.2265	1.3029	1.3848
	$10^{-6} T(r_1)$	18.391	12.865	9.268	6.847	5.120	3.820	2.790	1.9270
	$\log \varrho_i(r_1)$	0.7670	0.7345	0.6907	0.6361	0.5670	0.4777	0.3587	0.1898
	$\log \varrho_e(r_1)$	0.4433	0.4108	0.3670	0.3124	0.2433	0.1540	0.0350	1.8661
	$\log Q_i$	35.1349 **)	34.2148 *)	33.4521 *)	32.8544 *)	32.3949 *)	32.0537 *)	31.8139 *)	31.6604 *)

\*) Maximaler Wert des Nettostromes der Strahlung innerhalb des Kerns; bei  $r = r_1$  (Aussenradius des Kerns) ist der Nettostrom kleiner, jedoch kann der totale Energiestrom nicht kleiner sein als  $Q_i$ ; die Differenz muss durch Konvektion ausgeglichen sein.

\*\*) Der grösste Wert des Nettostromes der Strahlung, der bei  $r = r_1$  erreicht wird.

Tabelle 2.

Kern ( $\bar{\mu} = 2.24$ ) mit  $z = 1.25$  begrenzt. Struktur des Aussenteils ( $\bar{\mu} = 1.063$ ). (Die Angaben für die Struktur des Kerns sind in Tabelle 1 enthalten).

Strahlungsgleichgewicht unmittelbar ausserhalb des Kerns führt zu keiner reellen Lösung; der Fall  $z = 1.25$  unterscheidet sich also von den übrigen Fällen mit grösserem  $z$  dadurch, dass auch in der innersten Schicht des wasserstoffhaltigen Aussenteils adiabatische Struktur (hier  $n_a = 1.5$ ) angenommen werden muss, die nur in gewisser Entfernung auswärts in Strahlungsgleichgewicht übergehen kann.

## a) Modell Nr. 16.

Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; Kern und Aussenteil sind in diesem Fall als zwei gegenseitig nicht mischbare konvektive Regionen anzusehen.

$$\begin{aligned} \text{Log } L &= \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 35.9605; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0457; \\ R &= 14,322 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 53,128 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad \rho_c : \rho_m = 20.14. \end{aligned}$$

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g
2.222	18.391	0.4433	3.172	6.0	11.647	0.1457	19.077
2.3	18.227	0.4375	3.310	6.4	10.946	0.1052	21.654
2.4	18.023	0.4303	3.498	6.8	10.248	0.0623	24.307
2.6	17.631	0.4159	3.913	7.2	9.554	0.0167	27.002
2.8	17.255	0.4017	4.382	7.6	8.868	$\bar{1}.9681$	29.704
3.0	16.889	0.3878	4.906	8.0	8.192	$\bar{1}.9165$	32.380
3.2	16.531	0.3739	5.486	8.4	7.528	$\bar{1}.8615$	34.996
3.4	16.178	0.3597	6.122	8.8	6.878	$\bar{1}.8027$	37.521
3.6	15.828	0.3457	6.815	9.2	6.244	$\bar{1}.7397$	39.924
3.8	15.480	0.3309	7.564	9.6	5.628	$\bar{1}.6719$	42.179
4.0	15.133	0.3163	8.369	10.0	5.032	$\bar{1}.5991$	44.264
4.2	14.786	0.3013	9.229	11.0	3.629	$\bar{1}.3861$	48.561
4.4	14.439	0.2858	10.142	12.0	2.363	$\bar{1}.1065$	51.486
4.8	13.745	0.2535	12.117	13.0	1.2530	$\bar{2}.6933$	52.723
5.2	13.049	0.2198	14.280	14.0	0.2945	$\bar{3}.7501$	53.104
5.6	12.349	0.1838	16.609	14.322	0	— $\infty$	53.128

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Fortsetzung. $\beta$ ) Modell Nr. 17.

Zwei aneinanderliegende innere konvektive Gebiete sind von der äusseren konvektiven Schicht durch eine Region in Strahlungsgleichgewicht abgetrennt. Die zweite konvektive Schicht, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  bis  $r = 4,0 \cdot 10^{10}$ , ist in diesem Bereich mit Modell Nr. 16 identisch.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 35.9370; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0435;$$

$$R = 14,366 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 54,055 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad \rho_c : \rho_m = 19.97.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$

4.0	15.133	0.3163	8.369	24.350	13.36	(1.43)
4.2	14.787	0.3020	9.229	23.025	12.18	(1.46)
4.4	14.451	0.2874	10.144	21.757	11.11	1.54
4.8	13.794	0.2562	12.129	19.327	9.22	1.65
5.2	13.151	0.2221	14.305	17.040	7.62	1.69
5.6	12.516	0.1857	16.646	14.911	6.25	1.69
6.0	11.878	0.1471	19.124	12.946	5.07	1.64
6.4	11.223	0.1068	21.710	11.149	4.04	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

6.8	10.528	0.0653	24.378			
7.2	9.820	0.0198	27.092			
7.6	9.120	$\bar{1}.9717$	29.815			
8.0	8.430	$\bar{1}.9204$	32.514			
8.4	7.752	$\bar{1}.8658$	35.155			
8.8	7.088	$\bar{1}.8074$	37.706			
9.2	6.440	$\bar{1}.7450$	40.137			
9.6	5.810	$\bar{1}.6780$	42.422			
10.0	5.200	$\bar{1}.6057$	44.538			
11.0	3.770	$\bar{1}.3962$	48.919			
12.0	2.484	$\bar{1}.1245$	51.940			
13.0	1.3443	$\bar{2}.7244$	53.587			
14.0	0.3481	$\bar{3}.8442$	54.027			
14.366	0	$-\infty$	54.055			

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Fortsetzung. $\gamma$ ) Modell Nr. 18.

Struktur ähnlich derjenigen von Nr. 17. Die zweite konvektive Schicht, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  bis  $r = 3,9 \cdot 10^{10}$ , ist in diesem Bereich mit Modell Nr. 16 identisch.

$$\begin{aligned} \log L = \log Q_{e(\max)} &= 35.9318; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0438; \\ R &= 14,655 \cdot 10^{10}; \quad M = 55,226 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad q_c : q_m = 20.76. \end{aligned}$$

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{13}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$

3.9	15.307	0.3237	7.960	25.056	13.99	(1.41)
4.0	15.134	0.3168	8.370	24.384	13.37	(1.41)
4.2	14.795	0.3028	9.232	23.080	12.20	1.51
4.4	14.462	0.2880	10.149	21.807	11.15	1.58
4.8	13.817	0.2565	12.136	19.372	9.28	1.71
5.2	13.189	0.2220	14.312	17.079	7.71	1.80
5.6	12.575	0.1848	16.650	14.948	6.37	1.86
6.0	11.970	0.1450	19.119	12.985	5.23	1.86
6.4	11.367	0.1032	21.688	11.197	4.25	1.82
6.8	10.754	0.0594	24.326	9.578	3.41	1.68
7.2	10.116	0.0147	27.007	8.129	2.67	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

7.6	9.432	$\bar{1}.9691$	29.706
8.0	8.743	$\bar{1}.9197$	32.396
8.4	8.066	$\bar{1}.8673$	35.040
8.8	7.403	$\bar{1}.8113$	37.607
9.2	6.756	$\bar{1}.7517$	40.068
9.6	6.126	$\bar{1}.6880$	42.397
10.0	5.515	$\bar{1}.6196$	44.571
11.0	4.079	$\bar{1}.4231$	49.158
12.0	2.781	$\bar{1}.1735$	52.455
13.0	1.6252	$\bar{2}.8235$	54.408
14.0	0.6092	$\bar{2}.1843$	55.138
14.655	0	— $\infty$	55.226

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Fortsetzung. $\delta$ ) Modell Nr. 19.

Struktur ähnlich derjenigen von Nr. 17. Die zweite konvektive Schicht, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  bis  $r = 3,833 \cdot 10^{10}$ , ist in diesem Bereich mit Modell Nr. 16 identisch.

$$\begin{aligned} \text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} &= 35.9273; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0445; \\ R &= 15,389 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 57,205 \cdot 10^{10} \text{ g}; \quad \rho_c : \rho_m = 23 \cdot 20. \end{aligned}$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 7,2 \cdot 10^{10}$  cm, wobei die Anfangsgrößen durch Interpolation von Versuchsmodellen festgestellt sind.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{13}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$  (beginnt bei  $r = 3,833 \cdot 10^{10}$ ,  $T = 15,422 \cdot 10^6$ )

7.2	10.395	0.0063	26.892	8.190	2.97	
7.6	9.853	$\bar{1}.9567$	29.528	6.928	2.40	2.14
8.0	9.307	$\bar{1}.9059$	32.137	5.821	1.91	2.05
8.4	8.738	$\bar{1}.8546$	34.701	4.857	1.48	1.87
8.8	8.115	$\bar{1}.8047$	37.212	4.021	1.10	1.55

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

9.2	7.449	$\bar{1}.7489$	39.646			
9.6	6.823	$\bar{1}.6918$	41.978			
10.0	6.215	$\bar{1}.6311$	44.192			
11.0	4.782	$\bar{1}.4602$	49.048			
12.0	3.477	$\bar{1}.2526$	52.817			
13.0	2.303	$\bar{2}.9843$	55.392			
14.0	1.2601	$\bar{2}.5914$	56.795			
15.0	0.3419	$\bar{3}.7417$	57.182			
15.389	0	$-\infty$	57.205			

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Fortsetzung. $\varepsilon$ ) Modell Nr. 20.

Struktur ähnlich derjenigen von Nr. 17. Die zweite konvektive Schicht, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  bis  $r = 3,816 \cdot 10^{10}$ , ist in diesem Bereich mit Modell Nr. 16 identisch.

$$\begin{aligned} \text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} &= 35.9261; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0450; \\ R &= 16,003 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 58,467 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad \rho_c : \rho_m = 25.53. \end{aligned}$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 8,8 \cdot 10^{10}$  cm, wobei die Anfangsgrößen durch Interpolation von Versuchsmodellen festgestellt sind.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>-2</sup>	$p_R$ $10^{13}$ dyne cm <sup>-2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	---	---	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$  (beginnt bei  $r = 3,816 \cdot 10^{10}$ ,  $T = 15,451 \cdot 10^6$ )

8.8	8.446	$\bar{1}.7937$	37.060	4.077	1.26	1.95
9.2	7.917	$\bar{1}.7390$	39.437	3.372	1.00	
9.6	7.343	$\bar{1}.6858$	41.727	2.767	0.740	1.63

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

10.0	6.723	$\bar{1}.6283$	43.919			
11.0	5.297	$\bar{1}.4730$	48.830			
12.0	3.995	$\bar{1}.2893$	52.819			
13.0	2.817	$\bar{1}.0614$	55.755			
14.0	1.7626	$\bar{2}.7560$	57.608			
15.0	0.8272	$\bar{2}.2633$	58.461			
16.0	0.0022	$\bar{6}.4005$	58.467			
16.003	0	— $\infty$	58.467			

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Fortsetzung.

## ζ) Modell Nr. 21.

Struktur ähnlich derjenigen von Nr. 17. Die zweite konvektive Schicht, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  bis  $r = 3,808 \cdot 10^{10}$ , ist in diesem Bereich mit Modell Nr. 16 identisch.

$$\begin{aligned} \text{Log } L &= \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 35.9256; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0465; \\ R &= 17,098 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 60,479 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad \rho_c : \rho_m = 30.09. \end{aligned}$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 8,8 \cdot 10^{10}$  cm, wobei die Anfangsgrößen durch Interpolation von Versuchsmodellen festgestellt sind.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$\rho_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$\rho_R$ $10^{13}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	---	---	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$  (beginnt bei  $r = 3,808 \cdot 10^{10}$ ,  $T = 15,466 \cdot 10^6$ )

8.8	8.616	$\bar{1}.7882$	36.984	4.105	1.40	
9.2	8.172	$\bar{1}.7299$	39.321	3.408	1.14	2.53
9.6	7.741	$\bar{1}.6706$	41.547	2.817	0.920	2.52
10.0	7.311	$\bar{1}.6108$	43.657	2.318	0.730	2.41
10.4	6.872	$\bar{1}.5509$	45.648	1.898	0.570	2.23
10.8	6.406	$\bar{1}.4920$	47.523	1.545	0.430	1.93

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

11.2	5.887	$\bar{1}.4370$	49.295			
11.6	5.365	$\bar{1}.3765$	50.961			
12.0	4.862	$\bar{1}.3123$	52.508			
13.0	3.688	$\bar{1}.1323$	55.779			
14.0	2.629	$\bar{2}.9118$	58.185			
15.0	1.679	$\bar{2}.6196$	59.723			
16.0	0.8288	$\bar{2}.1598$	60.463			
17.0	0.0735	$\bar{4}.5816$	60.479			
17.098	0	$-\infty$	60.479			

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Fortsetzung. $\eta$ ) Modell Nr. 22.

Struktur ähnlich derjenigen von Nr. 17. Die zweite konvektive Schicht, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  bis  $r = 3,805 \cdot 10^{10}$ , ist in diesem Bereich mit Modell Nr. 16 identisch.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 35.9254; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0493;$$

$$R = 20,020 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 62,877 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad q_c : q_m = 46.48.$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 10,4 \cdot 10^{10}$  cm, wobei die Anfangsgrößen durch Interpolation von Versuchsmodellen festgestellt sind.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{13}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$  (beginnt bei  $r = 3,805 \cdot 10^{10}$ ,  $T = 15,471 \cdot 10^6$ )

10.4	7.099	$\bar{1}.5430$	45.550	1.925	0.650	
10.8	6.746	$\bar{1}.4790$	47.381	1.579	0.530	2.90
11.2	6.409	$\bar{1}.4138$	49.081	1.291	0.430	2.92
11.6	6.085	$\bar{1}.3478$	50.651	1.053	0.350	2.93
12.0	5.774	1.2811	52.095	0.8567	0.283	2.93
13.0	5.040	$\bar{1}.1124$	55.179	0.5071	0.164	2.85
14.0	4.336	$\bar{2}.9411$	57.611	0.2941	0.090	2.62
15.0	3.573	$\bar{2}.7759$	59.516	0.1657	0.042	1.97

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

16.0	2.648	$\bar{2}.5805$	60.953			
17.0	1.882	$\bar{2}.3584$	61.960			
18.0	1.193	$\bar{2}.0611$	62.583			
19.0	0.5716	$\bar{3}.5819$	62.868			
20.0	0.0111	$\bar{5}.0141$	62.877			
20.020	0	— $\infty$	62.877			

Tabelle 2 ( $z = 1.25$ ). Schluss.

## ø) Modell Nr. 23.

Vollständiges Strahlungsgleichgewicht im Aussengebiet, von  $r = 3,805 \cdot 10^{10}$  nach aussen. Von  $r = 0$  bis  $r = 12,0 \cdot 10^{10}$  ist das Modell als mit dem Modell Nr. 22 identisch angenommen; von  $r = 12,0 \cdot 10^{10}$  nach aussen ist der Einfachheit halber  $n = 3$  angenommen (gleichbedeutend mit  $k = \text{const.} = k$  bei  $r = 12,0 \cdot 10^{10}$ ).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 35.9254; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0519;$$

$$R = 26,962 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 63,563 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad q_c : q_m = 112.3.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$
12.0	5.774	$\bar{1}.2811$	52.095
13.0	5.053	$\bar{1}.1074$	55.161
14.0	4.410	$\bar{2}.9298$	57.548
15.0	3.832	$\bar{2}.7468$	59.367
16.0	3.313	$\bar{2}.5572$	60.721
17.0	2.846	$\bar{2}.3592$	61.703
18.0	2.425	$\bar{2}.1507$	62.395
19.0	2.045	$\bar{3}.9287$	62.866
20.0	1.701	$\bar{3}.6884$	63.173
21.0	1.3883	$\bar{3}.4241$	63.363
22.0	1.103	$\bar{3}.1247$	63.472
23.0	0.8430	$\bar{4}.7740$	63.529
24.0	0.6041	$\bar{4}.3399$	63.554
25.0	0.3843	$\bar{5}.7507$	63.562
26.0	0.1814	$\bar{6}.7727$	63.563
26.962	0	— $\infty$	63.563

Tabelle 3.

Kern ( $\bar{\mu} = 2.24$ ) mit  $z = 1.50$  begrenzt. Struktur des Aussen-  
 teils ( $\bar{\mu} = 1.063$ ). (Die Angaben für die Struktur des Kerns sind  
 in Tabelle 1 enthalten).

## a) Modell Nr. 24.

Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; Kern und Aussenhülle sind  
 als zwei sich gegenseitig nicht mischende konvektive Gebiete zu  
 betrachten.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.9019; 1 - \bar{\beta} = 0.0207;$$

$$R = 12,005 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 29,427 \cdot 10^{32} \text{ g}; \rho_c: \rho_m = 23.77.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$
2.222	12.865	0.4108	3.172	5.6	7.191	0.0319	13.861
2.3	12.700	0.4024	3.300	6.0	6.598	$\bar{1}.9758$	15.565
2.4	12.493	0.3916	3.473	6.4	6.019	$\bar{1}.9160$	17.270
2.6	12.098	0.3708	3.850	6.8	5.455	$\bar{1}.8519$	18.945
2.8	11.723	0.3502	4.270	7.2	4.908	$\bar{1}.7830$	20.561
3.0	11.361	0.3298	4.732	7.6	4.380	$\bar{1}.7090$	22.093
3.2	11.010	0.3094	5.236	8.0	3.872	$\bar{1}.6286$	23.519
3.4	10.668	0.2888	5.780	8.4	3.385	$\bar{1}.5410$	24.818
3.6	10.333	0.2680	6.364	8.8	2.920	$\bar{1}.4448$	25.974
3.8	10.003	0.2468	6.986	9.2	2.477	$\bar{1}.3377$	26.976
4.0	9.677	0.2254	7.644	9.6	2.057	$\bar{1}.2166$	27.817
4.2	9.355	0.2032	8.336	10.0	1.660	$\bar{1}.0768$	28.494
4.4	9.037	0.1808	9.059	11.0	0.7641	$\bar{2}.5715$	29.416
4.8	8.410	0.1339	10.574	12.0	0.0034	$\bar{5}.0440$	29.427
5.2	7.795	0.0844	12.187	12.005	0	— $\infty$	29.427

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung. $\beta$ ) Modell Nr. 25.

Eine Zone in Strahlungsgleichgewicht, die an der Aussen-  
grenze des Kerns bei  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  beginnt, trennt den Kern von  
der äusseren konvektiven Hülle.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8985; 1 - \bar{\beta} = 0.0204;$$

$$R = 12,000 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 29,385 \cdot 10^{32} \text{ g}; q_c : q_m = 23.77.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{12} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	1.52
2.3	12.700	0.4023	3.300	24.911	66.3	

Hier beginnt die äussere konvektive Hülle,  $n = n_a = 1.5$ ;  
die Lösung ist mit derjenigen von Modell Nr. 24 beinahe identisch.

 $\gamma$ ) Modell Nr. 26.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8935; 1 - \bar{\beta} = 0.0199;$$

$$R = 12,011 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 29,693 \cdot 10^{32}; q_c : q_m = 23.58.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{12} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	1.56
2.3	12.702	0.4022	3.300	24.911	66.3	1.52
2.4	12.502	0.3917	3.473	23.935	62.2	1.50
2.6	12.120	0.3714	3.851	22.140	55.0	1.52
2.8	11.757	0.3514	4.272	20.509	48.7	1.52
3.0	11.409	0.3315	4.735	19.007	43.1	1.52
3.2	11.072	0.3113	5.241	17.611	38.3	1.55
3.4	10.744	0.2909	5.788	16.308	34.0	1.57
3.6	10.422	0.2704	6.375	15.088	30.1	1.55
3.8	10.103	0.2496	7.001	13.942	26.5	1.53
4.0	9.783	0.2285	7.663	12.862	23.3	1.52

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$

4.2	9.461	0.2067	8.360			
4.4	9.140	0.1841	9.088			
4.8	8.508	0.1375	10.626			

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung. $\gamma$ ) Modell Nr. 26. Fortsetzung.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------

## Äussere konvektive Schicht, Fortsetzung

5.2	7.887	0.0881	12.253
5.6	7.276	0.0357	13.941
6.0	6.678	$\bar{1}.9799$	15.661
6.4	6.094	$\bar{1}.9201$	17.382
6.8	5.525	$\bar{1}.8563$	19.073
7.2	4.973	$\bar{1}.7877$	20.706
7.6	4.439	$\bar{1}.7137$	22.255
8.0	3.925	$\bar{1}.6337$	23.697
8.4	3.433	$\bar{1}.5463$	25.011
8.8	2.962	$\bar{1}.4502$	26.181
9.2	2.514	$\bar{1}.3434$	27.196
9.6	2.089	$\bar{1}.2227$	28.048
10.0	1.687	$\bar{1}.0835$	28.735
11.0	0.7788	$\bar{2}.5799$	29.673
12.0	0.0080	$\bar{5}.5975$	29.693
12.011	0	— $\infty$	29.693

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung.

δ) Modell Nr. 27.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8885; 1 - \bar{\beta} = 0.0198;$$

$$R = 12,255 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 30,566 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_e : \varrho_m = 24.33.$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 4,2 \cdot 10^{10}$  cm, wobei die Anfangsgrößen durch Interpolation von Versuchsmodellen festgestellt sind.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \varrho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{12}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	-------------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	...
4.2	9.600	0.2026	8.334	11.886	21.6	1.72
4.4	9.311	0.1797	9.055	10.939	19.1	1.68
4.8	8.735	0.1330	10.577	9.214	14.8	1.56
5.2	8.136	0.0851	12.190	7.689	11.2	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

5.6	7.516	0.0335	13.868
6.0	6.920	1.9796	15.583
6.4	6.338	1.9225	17.308
6.8	5.770	1.8613	19.014
7.2	5.218	1.7958	20.672
7.6	4.684	1.7254	22.257
8.0	4.169	1.6495	23.745
8.4	3.674	1.5672	25.116
8.8	3.200	1.4772	26.353
9.2	2.748	1.3780	27.443
9.6	2.318	1.2672	28.376
10.0	1.910	1.1410	29.148
11.0	0.9844	2.7093	30.311
12.0	0.1928	3.6448	30.560
12.255	0	— ∞	30.566

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung. $\varepsilon$ ) Modell Nr. 28.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max})} = 34.8860; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0201;$$

$$R = 12,624 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 31,585 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad Q_c : Q_m = 25.74.$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 5,2 \cdot 10^{10} \text{ cm}$ .

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$P_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$P_R$ $10^{12} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	...
5.2	8.332	0.0786	12.142	7.751	12.2	1.80
5.6	7.796	0.0267	13.795	6.440	9.4	1.60
6.0	7.235	1.9748	15.487	5.302	7.0	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

6.4	6.643	1.9193	17.196			
6.8	6.078	1.8614	18.896			
7.2	5.529	1.7996	20.562			
7.6	4.996	1.7336	22.169			
8.0	4.482	1.6630	23.695			
8.4	3.987	1.5868	25.119			
8.8	3.512	1.5040	26.424			
9.2	3.057	1.4136	27.594			
9.6	2.623	1.3139	28.620			
10.0	2.211	1.2026	29.495			
11.0	1.270	2.8416	30.949			
12.0	0.4578	2.1768	31.485			
12.624	0	— $\infty$	31.585			

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung.

ζ) Modell Nr. 29.

(Vgl. Modell Nr. 25).

Log  $L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8843$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0207$ ; $R = 13,835 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 33,793 \cdot 10^{32}$  g;  $q_c : q_m = 31.67$ .Die Berechnungen beginnen bei  $r = 6,0 \cdot 10^{10}$  cm.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{12}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	
6.0	7.558	$\bar{1}.9629$	15.395	5.389	8.3	...
6.4	7.125	$\bar{1}.9042$	17.052	4.439	6.6	2.29
6.8	6.700	$\bar{1}.8440$	18.689	3.634	5.1	2.25
7.2	6.271	$\bar{1}.7829$	20.291	2.955	3.9	2.13
7.6	5.821	$\bar{1}.7222$	21.847	2.385	2.9	1.87

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

8.0	5.329	$\bar{1}.6646$	23.356			
8.4	4.840	$\bar{1}.6019$	24.808			
8.8	4.370	$\bar{1}.5354$	26.184			
9.2	3.918	$\bar{1}.4644$	27.471			
9.6	3.485	$\bar{1}.3880$	28.656			
10.0	3.070	$\bar{1}.3054$	29.728			
11.0	2.112	$\bar{1}.0618$	31.838			
12.0	1.267	$\bar{2}.7286$	33.141			
13.0	0.5368	$\bar{2}.1694$	33.692			
13.835	0	$-\infty$	33.793			

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung. $\eta$ ) Modell Nr. 30.

(Vgl. Modell Nr. 25).

Log  $L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8840$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0213$ ; $R = 15,325 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 35,110 \cdot 10^{32}$  g;  $q_c : q_m = 41.43$ .Die Berechnungen beginnen bei  $r = 6,0 \cdot 10^{10}$  cm.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{12}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	...
6.0	7.604	$\bar{1}.9614$	15.381	5.402	8.5	2.49
6.4	7.195	$\bar{1}.9017$	17.030	4.457	6.8	2.57
6.8	6.806	$\bar{1}.8398$	18.655	3.656	5.5	2.61
7.2	6.434	$\bar{1}.7762$	20.236	2.985	4.4	2.66
7.6	6.078	$\bar{1}.7105$	21.759	2.426	3.5	2.63
8.0	5.736	$\bar{1}.6443$	23.213	1.964	2.8	2.60
8.4	5.403	$\bar{1}.5766$	24.591	1.583	2.2	2.51
8.8	5.075	$\bar{1}.5083$	25.887	1.271	1.69	2.35
9.2	4.745	$\bar{1}.4398$	27.099	1.0147	1.29	2.05
9.6	4.399	$\bar{1}.3725$	28.230	0.8057	0.95	1.55
10.0	4.006	$\bar{1}.3094$	29.288	0.6344	0.66	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

11.0	2.976	$\bar{1}.1157$	31.543			
12.0	2.133	$\bar{2}.8988$	33.229			
13.0	1.393	$\bar{2}.6213$	34.357			
14.0	0.7455	$\bar{2}.2139$	34.955			
15.0	0.1769	$\bar{3}.2768$	35.102			
15.325	0	— $\infty$	35.110			

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung. $\vartheta$ ) Modell Nr. 31.

(Vgl. Modell Nr. 25)

 $\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8840; 1 - \bar{\beta} = 0.0219;$  $R = 16,465 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 36,155 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_e : \varrho_m = 49.90.$ Die Berechnungen beginnen bei  $r = 8,4 \cdot 10^{10} \text{ cm}.$ 

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \varrho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{12} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	
8.4	5.446	$\bar{1}.5748$	24.576	1.589	2.24	...
8.8	5.140	$\bar{1}.5052$	25.864	1.278	1.78	2.77
9.2	4.846	$\bar{1}.4348$	27.065	1.0242	1.40	2.74
9.6	4.559	$\bar{1}.3636$	28.178	0.8180	1.10	2.70
10.0	4.276	$\bar{1}.2923$	29.205	0.6510	0.85	2.56
11.0	3.551	$\bar{1}.1182$	31.422	0.3621	0.40	2.16

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

12.0	2.714	$\bar{2}.9431$	33.202			
13.0	1.972	$\bar{2}.7354$	34.556			
14.0	1.316	$\bar{2}.4716$	35.474			
15.0	0.7360	$\bar{2}.0930$	35.979			
16.0	0.2242	$\bar{3}.3186$	36.132			
16.465	0	— $\infty$	36.155			

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Fortsetzung.

t) Modell Nr. 32.

(Vgl. Modell Nr. 25).

Log  $L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8839$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0228$ ;  
 $R = 18,134 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 36,805 \cdot 10^{32}$  g;  $q_c : q_m = 65.48$ .

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 10,0 \cdot 10^{10}$ .

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{14}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{12}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	12.865	0.4108	3.172	25.735	69.8	...
10.0	4.359	$\bar{1}.2879$	29.179	0.6570	0.92	2.96
10.4	4.115	$\bar{1}.2140$	30.111	0.5233	0.73	2.93
10.8	3.882	$\bar{1}.1396$	30.959	0.4158	0.58	2.90
11.2	3.657	$\bar{1}.0646$	31.728	0.3296	0.46	2.83
11.6	3.439	$\bar{2}.9892$	32.423	0.2606	0.36	2.68
12.0	3.224	$\bar{2}.9139$	33.049	0.2054	0.28	2.24
13.0	2.674	$\bar{2}.7314$	34.352	0.1119	0.13	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

14.0	2.029	$\bar{2}.5516$	35.354			
15.0	1.446	$\bar{2}.3312$	36.083			
16.0	0.9284	$\bar{2}.0422$	36.547			
17.0	0.4689	$\bar{3}.5974$	36.773			
18.0	0.0591	$\bar{4}.2481$	36.805			
18.134	0	— $\infty$	36.805			

Tabelle 3 ( $z = 1.50$ ). Schluss.

## κ) Modell Nr. 33.

Vollständiges Strahlungsgleichgewicht im Aussengebiet, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  nach aussen. Von  $r = 0$  bis  $r = 10,4 \cdot 10^{10}$  ist das Modell als mit dem Modell Nr. 32 identisch angenommen; von  $r = 10,4 \cdot 10^{10}$  nach aussen ist der Einfachheit halber mit  $n = 3$  gerechnet worden.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 34.8839; 1 - \bar{\beta} = 0.0240;$$

$$R = 24,681 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 37,110 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_c : \varrho_m = 163.8.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \varrho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$
10.4	4.115	$\bar{1}.2140$	30.111
10.8	3.884	$\bar{1}.1384$	30.958
11.2	3.665	$\bar{1}.0631$	31.725
11.6	3.456	$\bar{2}.9866$	32.417
12.0	3.257	$\bar{2}.9092$	33.038
13.0	2.799	$\bar{2}.7118$	34.305
14.0	2.393	$\bar{2}.5075$	35.236
15.0	2.035	$\bar{2}.2963$	35.902
16.0	1.717	$\bar{2}.0749$	36.364
17.0	1.433	$\bar{3}.8394$	36.674
18.0	1.179	$\bar{3}.5853$	36.872
19.0	0.9507	$\bar{3}.3051$	36.992
20.0	0.7448	$\bar{4}.9871$	37.059
21.0	0.5582	$\bar{4}.6112$	37.092
22.0	0.3884	$\bar{4}.1384$	37.106
23.0	0.2334	$\bar{5}.4751$	37.110
24.0	0.0913	$\bar{6}.2523$	37.110
24.681	0	— $\infty$	37.110

Tabelle 4.

Kern ( $\bar{\mu} = 2.24$ ) mit  $z = 2.00$  begrenzt. Struktur des Aussen-  
 teils ( $\bar{\mu} = 1.063$ ). (Die Angaben für die Struktur des Kerns sind  
 in Tabelle 1 enthalten).

## a) Modell Nr. 34.

Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; Kern und Aussenhülle sind  
 als zwei sich gegenseitig nicht mischende konvektive Gebiete zu  
 betrachten.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.3633; 1 - \bar{\beta} = 0.0062;$$

$$R = 8,678 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 10,723 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_c : \varrho_m = 31.54.$$

$r$ 10 <sup>10</sup> cm	$T$ 10 <sup>6</sup> Grad	$\log \varrho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ 10 <sup>32</sup> g	$r$ 10 <sup>10</sup> cm	$T$ 10 <sup>6</sup> Grad	$\log \varrho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ 10 <sup>32</sup> g
2.222	6.847	0.3124	3.172	4.4	3.448	$\bar{1}.8656$	6.780
2.3	6.690	0.2973	3.273	4.8	2.986	$\bar{1}.7718$	7.479
2.4	6.483	0.2769	3.407	5.2	2.557	$\bar{1}.6708$	8.139
2.6	6.095	0.2367	3.690	5.6	2.160	$\bar{1}.5610$	8.743
2.8	5.735	0.1971	3.992	6.0	1.7930	$\bar{1}.4396$	9.278
3.0	5.397	0.1575	4.310	6.4	1.4542	$\bar{1}.3032$	9.732
3.2	5.078	0.1178	4.641	6.8	1.1423	$\bar{1}.1459$	10.099
3.4	4.775	0.0776	4.983	7.2	0.8560	$\bar{2}.9580$	10.376
3.6	4.487	0.0372	5.334	7.6	0.5944	$\bar{2}.7204$	10.566
3.8	4.211	$\bar{1}.9958$	5.695	8.0	0.3556	$\bar{2}.3856$	10.675
4.0	3.946	$\bar{1}.9535$	6.060	8.4	0.1378	$\bar{3}.7682$	10.715
4.2	3.692	$\bar{1}.9100$	6.421	8.678	0	— $\infty$	10.723

Tabelle 4 ( $z = 2.00$ ). Fortsetzung. $\beta$ ) Modell Nr. 35.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.2285; 1 - \bar{\beta} = 0.0062;$$

$$R = 9,838 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 12,114 \cdot 10^{32} \text{ g}; \rho_c : \rho_m = 40.68.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
Schicht in Strahlungsgleichgewicht, $Q_r = L = \text{const.}$						
2.22	6.847	0.3124	3.172	10.920	56.0	
2.3	6.719	0.2926	3.272	10.239	52.0	2.41
2.4	6.565	0.2692	3.404	9.478	47.0	2.32
2.6	6.275	0.2239	3.681	8.161	40.0	2.31
2.8	6.005	0.1800	3.972	7.062	33.0	2.31
3.0	5.751	0.1375	4.276	6.131	28.0	2.26
3.2	5.508	0.0958	4.592	5.335	23.0	2.22
3.4	5.273	0.0550	4.917	4.648	20.0	2.15
3.6	5.043	0.0151	5.251	4.055	16.0	2.06
3.8	4.813	$\bar{1}.9758$	5.591	3.536	14.0	1.95
4.0	4.580	$\bar{1}.9378$	5.937	3.083	11.0	1.77
Äussere konvektive Schicht, $n = n_a = 1.50$						
4.2	4.336	$\bar{1}.9021$	6.288			
4.4	4.097	$\bar{1}.8653$	6.643			
4.8	3.644	$\bar{1}.7889$	7.356			
5.2	3.221	$\bar{1}.7085$	8.059			
5.6	2.826	$\bar{1}.6233$	8.737			
6.0	2.457	$\bar{1}.5321$	9.376			
6.4	2.112	$\bar{1}.4335$	9.963			
6.8	1.7904	$\bar{1}.3260$	10.489			
7.2	1.4908	$\bar{1}.2066$	10.943			
7.6	1.2121	$\bar{1}.0719$	11.322			
8.0	0.9536	$\bar{2}.9155$	11.623			
8.4	0.7144	$\bar{2}.7273$	11.847			
8.8	0.4936	$\bar{2}.4865$	11.997			
9.2	0.2900	$\bar{2}.1401$	12.081			
9.6	0.1025	$\bar{3}.4625$	12.109			
9.838	0	$-\infty$	12.114			

Tabelle 4 ( $z = 2.00$ ). Fortsetzung. $\gamma$ ) Modell Nr. 36.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.2235; 1 - \bar{\beta} = 0.0063;$$

$$R = 10,517 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 12,740 \cdot 10^{32} \text{ g}; q_c : q_m = 47.26.$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 4,2 \cdot 10^{10} \text{ cm}$ .

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	6.847	0.3124	3.172	10.920	56.0	
4.2	4.524	$\bar{1}.8896$	6.260	2.724	10.6	...
4.4	4.332	$\bar{1}.8502$	6.604	2.382	9.0	2.07
4.8	3.946	$\bar{1}.7737$	7.292	1.820	6.2	1.90

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

5.2	3.536	$\bar{1}.7022$	7.978			
5.6	3.145	$\bar{1}.6258$	8.653			
6.0	2.779	$\bar{1}.5452$	9.303			
6.4	2.437	$\bar{1}.4598$	9.917			
6.8	2.116	$\bar{1}.3676$	10.484			
7.2	1.8155	$\bar{1}.2679$	10.995			
7.6	1.5346	$\bar{1}.1584$	11.444			
8.0	1.2724	$\bar{1}.0363$	11.826			
8.4	1.0282	$\bar{2}.8976$	12.139			
8.8	0.8009	$\bar{2}.7346$	12.382			
9.2	0.5899	$\bar{2}.5356$	12.558			
9.6	0.3943	$\bar{2}.2731$	12.671			
10.0	0.2131	$\bar{3}.8723$	12.728			
10.4	0.0453	$\bar{4}.8636$	12.740			
10.517	0	$-\infty$	12.740			

Tabelle 4 ( $z = 2.00$ ). Fortsetzung.

δ) Modell Nr. 37.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.2220; 1 - \bar{\beta} = 0.0064;$$

$$R = 11,433 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 13,353 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_c : \varrho_m = 57.94.$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 4,8 \cdot 10^{10} \text{ cm}$ .

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \varrho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	6.847	0.3124	3.172	10.920	56.0	...
4.8	4.089	$\bar{1}.7641$	7.270	1.8448	7.1	2.36
5.2	3.782	$\bar{1}.6840$	7.934	1.4189	5.2	2.16
5.6	3.477	$\bar{1}.6052$	8.580	1.0882	3.7	1.76
6.0	3.152	$\bar{1}.5304$	9.204	0.8304	2.5	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

6.4	2.802	$\bar{1}.4537$	9.804			
6.8	2.484	$\bar{1}.3753$	10.372			
7.2	2.186	$\bar{1}.2919$	10.902			
7.6	1.9070	$\bar{1}.2029$	11.388			
8.0	1.6454	$\bar{1}.1069$	11.825			
8.4	1.4004	$\bar{1}.0018$	12.208			
8.8	1.1711	$\bar{2}.8854$	12.534			
9.2	0.9567	$\bar{2}.7537$	12.803			
9.6	0.7565	$\bar{2}.6007$	13.014			
10.0	0.5696	$\bar{2}.4159$	13.170			
10.4	0.3954	$\bar{2}.1780$	13.274			
10.8	0.2331	$\bar{3}.8339$	13.331			
11.2	0.0821	$\bar{3}.1539$	13.350			
11.433	0	— $\infty$	13.353			

Tabelle 4 ( $z = 2.00$ ). Fortsetzung. $\varepsilon$ ) Modell Nr. 38.

(Vgl. Modell Nr. 25).

 $\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.2216; 1 - \bar{\beta} = 0.0065;$  $R = 14,342 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 14,460 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_c : \varrho_m = 105.6.$ Die Berechnungen beginnen bei  $r = 6,0 \cdot 10^{10} \text{ cm}.$ 

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \varrho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{10} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	-----------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	6.847	0.3124	3.172	109.20	560.	
6.0	3.363	$\bar{1}.5143$	9.164	8.534	33.	2.84
6.4	3.144	$\bar{1}.4314$	9.737	6.595	25.	2.84
6.8	2.941	$\bar{1}.3488$	10.274	5.099	19.	2.84
7.2	2.750	$\bar{1}.2660$	10.773	3.941	15.	2.80
7.6	2.570	$\bar{1}.1837$	11.235	3.047	11.	2.72
8.0	2.397	$\bar{1}.1017$	11.659	2.353	8.4	2.52
8.4	2.227	$\bar{1}.0209$	12.048	1.815	6.3	2.21
8.8	2.052	$\bar{2}.9424$	12.404	1.396	4.5	1.69
9.2	1.8571	$\bar{2}.8690$	12.732	1.067	3.0	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

9.6	1.6439	$\bar{2}.7895$	13.032			
10.0	1.4558	$\bar{2}.7104$	13.303			
11.0	1.0322	$\bar{2}.4865$	13.851			
12.0	0.6667	$\bar{2}.2016$	14.217			
13.0	0.3519	$\bar{3}.7854$	14.410			
14.0	0.0804	$\bar{4}.8238$	14.456			
14.342	0	$-\infty$	14.460			

Tabelle 4 ( $z = 2.00$ ). Fortsetzung.

ζ) Modell Nr. 39.

(Vgl. Modell Nr. 25).

 $\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.2215; 1 - \bar{\beta} = 0.0066;$  $R = 15,144 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 14,627 \cdot 10^{32} \text{ g}; \rho_c : \rho_m = 122.9.$ Die Berechnungen beginnen bei  $r = 8,0 \cdot 10^{10} \text{ cm}.$ 

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{10} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	6.847	0.3124	3.172	109.20	560.	...
8.0	2.421	$\bar{1}.0996$	11.655	2.365	8.7	2.85
8.4	2.265	$\bar{1}.0171$	12.042	1.830	6.7	2.77
8.8	2.116	$\bar{2}.9350$	12.394	1.415	5.1	2.60
9.2	1.9696	$\bar{2}.8540$	12.714	1.093	3.8	2.32
9.6	1.8203	$\bar{2}.7746$	13.004	0.8416	2.8	1.83
10.0	1.6570	$\bar{2}.6998$	13.268	0.6447	1.92	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

11.0	1.2234	$\bar{2}.5022$	13.820			
12.0	0.8577	$\bar{2}.2709$	14.224			
13.0	0.5421	$\bar{3}.9720$	14.483			
14.0	0.2684	$\bar{3}.5140$	14.610			
15.0	0.0302	$\bar{4}.0908$	14.627			
15.144	0	$-\infty$	14.627			

Tabelle 4 ( $z = 2.00$ ). Schluss. $\eta$ ) Modell Nr. 40.

Vollständiges Strahlungsgleichgewicht im Aussengebiet, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  nach aussen; von  $r = 10,0 \cdot 10^{10}$  cm nach aussen ist der Einfachheit halber  $n = 3$  angenommen.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 33.2215; 1 - \bar{\beta} = 0.0069;$$

$$R = 23,651 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 15,001 \cdot 10^{32} \text{ g}; q_c : q_m = 456.4.$$

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 8,0 \cdot 10^{10}$ .

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{13}$ $\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{10}$ $\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$

2.222	6.847	0.3124	3.172	109.20	560.	
8.0	2.433	$\bar{1}.0986$	11.652	2.3707	8.9	...
8.4	2.284	$\bar{1}.0152$	12.037	1.8376	6.9	3.04
8.8	2.146	$\bar{2}.9320$	12.387	1.4252	5.4	3.07
9.2	2.017	$\bar{2}.8487$	12.703	1.1058	4.2	3.10
9.6	1.8966	$\bar{2}.7653$	12.988	0.8583	3.3	3.12
10.0	1.7842	$\bar{2}.6821$	13.244	0.6665	2.6	3.13

Vereinfachte Lösung ( $n = 3 = \text{const.}$ )

11.0	1.5260	$\bar{2}.4784$	13.770
12.0	1.2982	$\bar{2}.2678$	14.162
13.0	1.1008	$\bar{2}.0530$	14.446
14.0	0.9290	$\bar{3}.8319$	14.646
15.0	0.7787	$\bar{3}.6021$	14.784
16.0	0.6463	$\bar{3}.3591$	14.875
17.0	0.5290	$\bar{3}.0984$	14.933
18.0	0.4245	$\bar{4}.8113$	14.968
19.0	0.3309	$\bar{4}.4837$	14.987
20.0	0.2466	$\bar{4}.1039$	14.996
21.0	0.1703	$\bar{5}.6215$	15.000
22.0	0.1010	$\bar{6}.9408$	15.001
23.0	0.0377	$\bar{7}.6568$	15.001
23.651	0	— $\infty$	15.001

Tabelle 5.

Kern ( $\bar{\mu} = 2.24$ ) mit  $z = 2.25$  begrenzt. Struktur des Aussen-  
teils ( $\bar{\mu} = 1.063$ ). (Die Angaben für die Struktur des Kerns sind  
in Tabelle 1 enthalten).

## a) Modell Nr. 41.

Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; Kern und Aussenhülle sind  
als zwei sich gegenseitig nicht mischende konvektive Gebiete zu  
betrachten.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{c(\text{max.})} = 32.6889; \quad 1 - \bar{\beta} = 0.0043;$$

$$R = 7,180 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 6,937 \cdot 10^{32} \text{ g}; \quad \rho_c : \rho_m = 32.01.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$
2.222	5.120	0.2433	3.172	4.0	2.371	$\bar{1}.7417$	5.262
2.3	4.952	0.2216	3.258	4.2	2.152	$\bar{1}.6786$	5.479
2.4	4.746	0.1939	3.370	4.4	1.9451	$\bar{1}.6127$	5.684
2.6	4.364	0.1393	3.600	4.8	1.5639	$\bar{1}.4707$	6.054
2.8	4.014	0.0847	3.837	5.2	1.2221	$\bar{1}.3101$	6.362
3.0	3.691	0.0301	4.078	5.6	0.9168	$\bar{1}.1229$	6.603
3.2	3.391	$\bar{1}.9749$	4.321	6.0	0.6444	$\bar{2}.8932$	6.775
3.4	3.111	$\bar{1}.9187$	4.563	6.4	0.4008	$\bar{2}.5837$	6.881
3.6	2.849	$\bar{1}.8615$	4.802	6.8	0.1845	$\bar{2}.0784$	6.928
3.8	2.603	$\bar{1}.8027$	5.036	7.180	0	$-\infty$	6.937

Tabelle 5 ( $z = 2.25$ ). Fortsetzung. $\beta$ ) Modell Nr. 42.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 32.6185; 1 - \bar{\beta} = 0.0043;$$

$$R = 7,242 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 6,965 \cdot 10^{32} \text{ g}; Q_e:Q_m = 32.73.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	5.120	0.2433	3.172	69.65	18	1.94
2.3	4.970	0.2183	3.257	63.83	16	1.59
2.4	4.775	0.1905	3.368	57.50	13	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

2.6	4.390	0.1358	3.596			
2.8	4.041	0.0818	3.831			
3.0	3.719	0.0277	4.070			
3.2	3.420	$\bar{1}.9731$	4.311			
3.4	3.141	$\bar{1}.9176$	4.552			
3.6	2.880	$\bar{1}.8612$	4.790			
3.8	2.634	$\bar{1}.8030$	5.024			
4.0	2.402	$\bar{1}.7430$	5.251			
4.2	2.183	$\bar{1}.6808$	5.468			
4.4	1.9765	$\bar{1}.6160$	5.675			
4.8	1.5958	$\bar{1}.4766$	6.049			
5.2	1.2540	$\bar{1}.3196$	6.363			
5.6	0.9486	$\bar{1}.1378$	6.611			
6.0	0.6757	$\bar{2}.9166$	6.791			
6.4	0.4315	$\bar{2}.6246$	6.905			
6.8	0.2133	$\bar{2}.1656$	6.959			
7.2	0.0185	$\bar{4}.5729$	6.965			
7.242	0	$-\infty$	6.965			

Tabelle 5 ( $z = 2.25$ ). Fortsetzung. $\gamma$ ) Modell Nr. 43.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 32.5185; 1 - \bar{\beta} = 0.0044;$$

$$R = 8,346 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 7,710 \cdot 10^{32} \text{ g}; Q_c : Q_m = 45.26.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	5.120	0.2433	3.172	69.65	18.	
2.3	5.001	0.2156	3.257	63.83	16.	2.72
2.4	4.859	0.1833	3.367	57.56	14.	2.56
2.5	4.722	0.1516	3.478	52.00	13.	2.56
2.6	4.591	0.1206	3.590	47.08	11.3	2.54
2.8	4.343	0.0608	3.815	38.81	9.1	2.48
3.0	4.108	0.0036	4.042	32.17	7.2	2.36
3.2	3.880	$\bar{1}.9482$	4.270	26.75	5.8	2.23
3.4	3.652	$\bar{1}.8957$	4.498	22.31	4.5	2.00
3.6	3.412	$\bar{1}.8467$	4.727	18.62	3.5	1.66

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

3.8	3.164	$\bar{1}.7977$	4.955			
4.0	2.935	$\bar{1}.7486$	5.182			
4.2	2.719	$\bar{1}.6988$	5.405			
4.4	2.514	$\bar{1}.6478$	5.624			
4.8	2.135	$\bar{1}.5413$	6.041			
5.2	1.7920	$\bar{1}.4273$	6.424			
5.6	1.4814	$\bar{1}.3033$	6.763			
6.0	1.1997	$\bar{1}.1659$	7.053			
6.4	0.9438	$\bar{1}.0095$	7.289			
6.8	0.7113	$\bar{2}.8253$	7.470			
7.2	0.5004	$\bar{2}.5961$	7.596			
7.6	0.3092	$\bar{2}.2827$	7.672			
8.0	0.1359	$\bar{3}.7470$	7.704			
8.346	0	$-\infty$	7.710			

Tabelle 5 ( $z = 2.25$ ). Fortsetzung. $\delta$ ) Modell Nr. 44.

(Vgl. Modell Nr. 25).

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 32.5085; 1 - \bar{\beta} = 0.0044;$$

$$R = 9,997 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 8,486 \cdot 10^{32} \text{ g}; Q_c:Q_m = 70.66.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$	$p_g$ $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$p_R$ $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	$n$
-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	5.120	0.2433	3.172	69.65	18.	2.75
2.3	5.003	0.2155	3.257	63.83	16.	2.68
2.4	4.864	0.1828	3.367	57.56	14.	2.66
2.6	4.607	0.1200	3.589	47.18	11.5	2.68
2.8	4.373	0.0594	3.814	38.95	9.3	2.69
3.0	4.158	0.0004	4.040	32.33	7.6	2.69
3.2	3.959	$\bar{1}.9432$	4.266	26.98	6.3	2.70
3.4	3.774	$\bar{1}.8870$	4.491	22.60	5.2	2.69
3.6	3.601	$\bar{1}.8321$	4.714	19.00	4.3	2.68
3.8	3.437	$\bar{1}.7779$	4.933	16.01	3.6	2.64
4.0	3.282	$\bar{1}.7250$	5.149	13.536	3.0	2.56
4.2	3.133	$\bar{1}.6731$	5.360	11.464	2.4	2.49
4.4	2.988	$\bar{1}.6221$	5.566	9.722	2.0	2.27
4.8	2.706	$\bar{1}.5243$	5.963	7.030	1.37	1.79
5.2	2.409	$\bar{1}.4338$	6.341	5.080	0.86	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

5.6	2.088	$\bar{1}.3406$	6.698			
6.0	1.8078	$\bar{1}.2469$	7.030			
6.4	1.5514	$\bar{1}.1472$	7.334			
6.8	1.3161	$\bar{1}.0400$	7.605			
7.2	1.0999	$\bar{2}.9232$	7.841			
7.6	0.9010	$\bar{2}.7932$	8.039			
8.0	0.7180	$\bar{2}.6452$	8.199			
8.4	0.5495	$\bar{2}.4711$	8.321			
8.8	0.3944	$\bar{2}.2550$	8.407			
9.2	0.2516	$\bar{3}.9622$	8.459			
9.6	0.1202	$\bar{3}.4810$	8.482			
9.997	0	$-\infty$	8.486			

Tabelle 5 ( $z = 2.25$ ). Fortsetzung.

ε) Modell Nr. 45.

(Vgl. Modell Nr. 25).

Log  $L = \text{Log } Q_e(\text{max.}) = 32.5078$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0045$ ;  
 $R = 11,759 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 8,993 \cdot 10^{32}$  g;  $q_c : q_m = 108.5$ .

Die Berechnungen beginnen bei  $r = 4,4 \cdot 10^{10}$  cm.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{13}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{10}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	5.120	0.2433	3.172	69.65	180	...
4.4	3.035	$\bar{1}.6182$	5.561	9.789	21.6	2.83
4.8	2.794	$\bar{1}.5166$	5.953	7.130	15.5	2.80
5.2	2.575	$\bar{1}.4172$	6.321	5.226	11.2	2.75
5.6	2.373	$\bar{1}.3197$	6.663	3.848	8.1	2.61
6.0	2.182	$\bar{1}.2245$	6.979	2.843	5.8	2.33
6.4	1.994	$\bar{1}.1330$	7.270	2.104	4.0	1.85
6.8	1.792	$\bar{1}.0472$	7.539	1.552	2.6	

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

7.2	1.5711	$\bar{2}.9614$	7.788			
7.6	1.3731	$\bar{2}.8737$	8.015			
8.0	1.1901	$\bar{2}.7803$	8.220			
8.4	1.0205	$\bar{2}.6803$	8.402			
8.8	0.8632	$\bar{2}.5712$	8.559			
9.2	0.7172	$\bar{2}.4505$	8.691			
9.6	0.5815	$\bar{2}.2990$	8.796			
10.0	0.4554	$\bar{2}.1547$	8.877			
11.0	0.1767	$\bar{3}.5380$	8.974			
11.759	0	— $\infty$	8.993			

Tabelle 5 ( $z = 2.25$ ). Fortsetzung. $\zeta$ ) Modell Nr. 46.

(Vgl. Modell Nr. 25).

Log  $L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 32.5077$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0045$ ; $R = 12,779 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 9,165 \cdot 10^{32}$  g;  $Q_e : Q_m = 136.6$ .Die Berechnungen beginnen bei  $r = 5,6 \cdot 10^{10}$  cm.

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$p_g$ $10^{13}$ dyne cm <sup>2</sup>	$p_R$ $10^{10}$ dyne cm <sup>2</sup>	$n$
---------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Schicht in Strahlungsgleichgewicht,  $Q_r = L = \text{const.}$ 

2.222	5.120	0.2433	3.172	69.65	180	
5.6	2.393	$\bar{1}.3180$	6.660	3.864	8.3	...
6.0	2.216	$\bar{1}.2211$	6.974	2.864	6.1	2.91
6.4	2.053	$\bar{1}.1261$	7.262	2.132	4.5	2.86
6.8	1.899	$\bar{1}.0330$	7.525	1.592	3.3	2.75
7.2	1.750	$\bar{2}.9422$	7.764	1.190	2.4	2.55
7.6	1.598	$\bar{2}.8545$	7.982	0.888	1.66	2.23
8.0	1.427	$\bar{2}.7748$	8.181	0.660	1.06	1.62

Äussere konvektive Schicht,  $n = n_a = 1.50$ 

8.4	1.2402	$\bar{2}.6833$	8.362		
8.8	1.0836	$\bar{2}.5954$	8.523		
9.2	0.9381	$\bar{2}.5015$	8.667		
9.6	0.8025	$\bar{2}.3998$	8.792		
10.0	0.6761	$\bar{2}.2882$	8.899		
11.0	0.3954	$\bar{3}.9387$	9.079		
12.0	0.1573	$\bar{3}.3383$	9.151		
12.779	0	— $\infty$	9.165		

Tabelle 5 ( $z = 2.25$ ). Schluss. $\eta$ ) Modell Nr. 47.

Vollständiges Strahlungsgleichgewicht im Aussengebiet, von  $r = 2,222 \cdot 10^{10}$  cm nach aussen; von  $r = 5,6 \cdot 10^{10}$  cm nach aussen ist der Einfachheit halber  $n = 3$  angenommen. Innerhalb  $r = 5,6 \cdot 10^{10}$  ist das Modell als mit dem Modell Nr. 46 identisch angenommen.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_{e(\text{max.})} = 32.5077; 1 - \bar{\beta} = 0.0047;$$

$$R = 22,158 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 9,459 \cdot 10^{32} \text{ g}; \varrho_c : \varrho_m = 690.1.$$

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \varrho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g	$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \varrho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g
2.222	5.120	0.2433	3.172	11.0	0.9145	$\bar{2}.0646$	9.040
5.6	2.393	$\bar{1}.3180$	6.660	12.0	0.7666	$\bar{3}.8351$	9.188
6.0	2.217	$\bar{1}.2187$	6.973	13.0	0.6400	$\bar{3}.5999$	9.290
6.4	2.0582	$\bar{1}.1218$	7.259	14.0	0.5305	$\bar{3}.3554$	9.359
6.8	1.9127	$\bar{1}.0261$	7.518	15.0	0.4349	$\bar{3}.0965$	9.403
7.2	1.7793	$\bar{2}.9319$	7.752	16.0	0.3509	$\bar{4}.8169$	9.430
7.6	1.6565	$\bar{2}.8389$	7.963	17.0	0.2767	$\bar{4}.5073$	9.446
8.0	1.5431	$\bar{2}.7465$	8.153	18.0	0.2106	$\bar{4}.1518$	9.454
8.4	1.4382	$\bar{2}.6547$	8.323	19.0	0.1515	$\bar{5}.7225$	9.458
8.8	1.3410	$\bar{2}.5635$	8.474	20.0	0.0983	$\bar{5}.1591$	9.459
9.2	1.2507	$\bar{2}.4726$	8.608	21.0	0.0501	$\bar{6}.2807$	9.459
9.6	1.1667	$\bar{2}.3823$	8.727	22.0	0.0063	$\bar{9}.5792$	9.459
10.0	1.0885	$\bar{2}.2917$	8.832	22.158	0	— $\infty$	9.459

Tabelle 6.

Kern ( $\bar{\mu} = 2.24$ ) mit  $z \geq 2.50$  begrenzt. Struktur des Aussen-  
teils ( $\bar{\mu} = 1.063$ ). (Die Angaben für die Struktur des Kerns  
sind in Tabelle 1 enthalten).

Unter den zugrundeliegenden Voraussetzungen, im Fall  $z \geq 2.50$  ist  
die Hülle nicht im Stande, den minimalen Wert der Kernenergie,  $Q_i$ , durch  
Strahlung nach aussen zu transportieren, falls  $n > 1.5$ ; deshalb ist in der  
Hülle nur konvektives Gleichgewicht denkbar.

$\alpha$ ) Modell Nr. 48;  $z = 2.50$ .

Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; Kern und Hülle sind als  
zwei sich gegenseitig nicht mischende konvektive Gebiete zu be-  
trachten.

$$\text{Log } L = \text{Log } Q_i = 32.0537; 1 - \bar{\beta} = 0.0033;$$

$$R = 5,764 \cdot 10^{10} \text{ cm}; M = 4,957 \cdot 10^{32}; \rho_c : \rho_m = 27.25.$$

$r$ $10^{10} \text{ cm}$	$T$ $10^6 \text{ Grad}$	$\log \rho$ $\text{g/cm}^3$	$M_r$ $10^{32} \text{ g}$
2.222	3.820	0.1540	3.172
2.3	3.687	0.1307	3.242
2.4	3.483	0.0938	3.332
2.6	3.107	0.0194	3.511
2.8	2.768	$\bar{1}.9438$	3.686
3.0	2.460	$\bar{1}.8671$	3.856
3.2	2.179	$\bar{1}.7883$	4.018
3.4	1.9210	$\bar{1}.7061$	4.171
3.6	1.6834	$\bar{1}.6201$	4.313
3.8	1.4640	$\bar{1}.5292$	4.442
4.0	1.2611	$\bar{1}.4320$	4.558
4.2	1.0730	$\bar{1}.3267$	4.659
4.4	0.8985	$\bar{1}.2111$	4.745
4.8	0.5858	$\bar{2}.9325$	4.870
5.2	0.3156	$\bar{2}.5295$	4.938
5.6	0.0826	$\bar{3}.6563$	4.956
5.764	0	$-\infty$	4.957

## Tabelle 6. Schluss.

 $\beta$ ) Modell Nr. 49;  $z = 2.75$ .Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; vgl. Modell Nr. 48. $\text{Log } L = \text{Log } Q_i = 31.8139$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0024$ ; $R = 4,367 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 3,821 \cdot 10^{32}$  g;  $q_c : q_m = 18.34$ .

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g
2.222	2.790	0.0350	3.172
2.3	2.517	$\bar{1}.9678$	3.222
2.4	2.316	$\bar{1}.9136$	3.282
2.6	1.9491	$\bar{1}.8012$	3.395
2.8	1.6245	$\bar{1}.6826$	3.496
3.0	1.3353	$\bar{1}.5549$	3.584
3.2	1.0766	$\bar{1}.4145$	3.658
3.4	0.8442	$\bar{1}.2561$	3.717
3.6	0.6348	$\bar{1}.0706$	3.762
3.8	0.4455	$\bar{2}.8397$	3.793
4.0	0.2740	$\bar{2}.5232$	3.811
4.2	0.1184	$\bar{3}.9764$	3.819
4.367	0	$-\infty$	3.821

 $\gamma$ ) Modell Nr. 50;  $z = 3.00$ .Vollständig adiabatisch,  $n_a = 1.5$ ; vgl. Modell Nr. 48. $\text{Log } L = \text{Log } Q_i = 31.6604$ ;  $1 - \bar{\beta} = 0.0021$ ; $R = 3,236 \cdot 10^{10}$  cm;  $M = 3,319 \cdot 10^{32}$  g;  $q_c : q_m = 10.37$ .

$r$ $10^{10}$ cm	$T$ $10^6$ Grad	$\log \rho$ g/cm <sup>3</sup>	$M_r$ $10^{32}$ g
2.222	1.9270	$\bar{1}.8661$	3.172
2.3	1.4104	$\bar{1}.6627$	3.201
2.4	1.2113	$\bar{1}.5637$	3.229
2.6	0.8540	$\bar{1}.3361$	3.273
2.8	0.5446	$\bar{1}.0429$	3.301
3.0	0.2745	$\bar{2}.5967$	3.315
3.2	0.0376	$\bar{3}.3016$	3.319
3.236	0	$-\infty$	3.319

Tabelle 7. Charakteristische Daten der auf die Sonnenmasse reduzierten Modelle.

Modell Nr.	$M_{r_1} : M$	$M_{r_2} : M$	$(1 - \bar{\beta}) \cdot 10^3$	$\rho_c : \rho_m$	$m_{bi} - m_{be}$	$M = M_{\odot}; R = R_{\odot}$		$M = M_{\odot}; T_c = 13,1 \cdot 10^6$		
						$10^{-6} \cdot T_c$	$m_{bol(e)}$	$R : R_{\odot}$	$\bar{\rho} : \rho_{\odot}$	$m_{bol(e)}$
a) Kern und Hülle von verschiedenem Molekulargewicht (2,24 u. 1,063 resp.)										
( $z = 1,25$ )										
16 a	(0,0599)	(0,0599)	7,4	20,14	(+2,06)	19,2	3,86	1,464	0,32	4,07
17	(0,0587)	0,4017	6,8	19,97	(+2,01)	18,9	4,03	1,441	0,34	4,23
18	(0,0574)	0,4891	6,6	20,76	(+1,99)	18,9	4,16	1,440	0,34	4,36
19	(0,0554)	0,6504	6,2	23,20	(+1,98)	19,1	4,34	1,461	0,32	4,55
20	(0,0542)	0,7137	6,0	25,53	(+1,98)	19,5	4,45	1,488	0,30	4,67
21	(0,0524)	0,7858	5,8	30,09	(+1,98)	20,2	4,60	1,539	0,27	4,83
22	(0,0504)	0,9486	5,8	46,48	(+1,98)	22,8	4,72	1,739	0,19	5,02
23 r	(0,0499)	1,0000	6,1	112,3	(+1,98)	30,4	4,61	2,322	0,080	5,07
( $z = 1,50$ )										
24 a	0,1078	0,1078	9,8	23,77	+1,72	22,2	3,30	1,698	0,20	3,59
25	0,1079	0,1123	9,7	23,77	+1,71	22,3	3,30	1,700	0,20	3,59
26	0,1068	0,2580	9,3	23,58	+1,70	22,0	3,38	1,683	0,21	3,66
27	0,1038	0,3988	8,8	24,33	+1,68	21,9	3,55	1,669	0,21	3,83
28	0,1004	0,4902	8,4	25,74	+1,68	21,8	3,73	1,665	0,22	4,01
29	0,0939	0,6465	7,5	31,67	+1,67	22,4	4,08	1,708	0,20	4,37
30	0,0903	0,8343	7,2	41,43	+1,67	23,9	4,24	1,823	0,17	4,57
31	0,0877	0,8690	7,0	49,90	+1,67	24,9	4,37	1,903	0,15	4,72
32	0,0862	0,9335	7,0	65,48	+1,67	27,0	4,42	2,061	0,11	4,81
33 r	0,0855	1,0000	7,4	163,8	+1,67	36,5	4,29	2,785	0,046	4,85

Tabelle 1. Schluss.

Modell Nr.	$M_{r_1} : M$	$M_{r_2} : M$	$(1 - \bar{\beta}) \cdot 10^3$	$\varrho_c : \varrho_m$	$m_{bi} - m_{be}$	$M = M_{\odot} ; R = R_{\odot}$		$M = M_{\odot} ; T_c = 13,1 \cdot 10^6$		
						$10^{-6} \cdot T_c$	$m_{hol(e)}$	$R : R_{\odot}$	$\bar{\rho} : \varrho_{\odot}$	$m_{bol(e)}$
$(z = 1,75)$										
8 a	0.1828	0.1828	13.1	27.98	+1.60	26.5	2.37	2.025	0.12	2.75
9	0.1800	0.2344	12.6	28.34	+1.47	26.3	2.58	2.013	0.12	2.96
10	0.1503	0.7046	9.0	44.75	+1.38	27.2	3.61	2.078	0.11	4.01
11	0.1406	0.8718	8.2	69.98	+1.38	30.3	3.90	2.309	0.081	4.35
12 r	0.1360	1.0000	8.5	264.6	+1.38	46.1	3.86	3.519	0.023	4.54
$(z = 2,00)$										
34 a	0.2958	0.2958	20.0	31.54	+1.27	31.4	1.50	2.398	0.072	1.97
35	0.2618	0.4901	16.0	40.68	+0.94	31.7	2.46	2.416	0.071	2.94
36	0.2489	0.5723	14.7	47.26	+0.92	32.2	2.73	2.459	0.068	3.22
37	0.2375	0.6893	13.7	57.94	+0.92	33.5	2.96	2.554	0.060	3.47
38	0.2193	0.8804	11.9	105.6	+0.92	38.8	3.30	2.963	0.038	3.89
39	0.2169	0.9072	11.8	122.9	+0.92	40.5	3.34	3.095	0.034	3.95
40 r	0.2114	1.0000	11.8	456.4	+0.92	61.7	3.24	4.713	0.0096	4.08
$(z = 2,25)$										
41 a	0.4581	0.4581	30.8	32.01	+0.74	36.4	0.79	2.777	0.046	1.35
42	0.4554	0.4835	30.6	32.73	+0.56	36.6	0.98	2.791	0.046	1.54
43	0.4114	0.6132	26.2	45.26	+0.31	38.2	1.73	2.919	0.040	2.31
44	0.3738	0.7473	22.1	70.66	+0.28	41.8	2.20	3.190	0.030	2.83
45	0.3527	0.8383	20.4	108.5	+0.28	46.5	2.44	3.547	0.022	3.13
46	0.3461	0.8927	19.7	136.6	+0.28	49.6	2.51	3.786	0.018	3.24
47 r	0.3354	1.0000	19.4	690.1	+0.28	83.3	2.39	6.362	0.0038	3.40

$(z = 2.50)$ 

48 a	0.6399	42.3	27.25	-0.02	38.5	(0.63)	2.936	0.040	(1.21)
...	0.6446	42.1	28.60	(-0.34)	39.3	(0.89)	2.999	0.037	(1.49)
...	0.6311	41.6	31.86	(-0.45)	40.2	(1.09)	3.068	0.035	(1.70)
...	0.6058	39.1	40.11	(-0.52)	42.3	(1.34)	3.231	0.030	(1.98)
...	0.5725	35.7	68.30	(-0.54)	48.8	(1.57)	3.729	0.019	(2.28)
...	0.5474	34.1	106.9	(-0.54)	55.2	(1.73)	4.210	0.013	(2.51)
...	0.5389	32.0	147.0	(-0.54)	60.8	(1.75)	4.643	0.010	(2.58)
...r	0.5314	33.2	659.2	(-0.54)	99.2	(1.57)	7.575	0.0023	(2.67)

 $(z = 2.75)$ 

49 a	0.8300	48.7	18.34	-1.09	37.0	(0.95)	2.824	0.044	(1.51)
------	--------	------	-------	-------	------	--------	-------	-------	--------

 $(z = 3.00)$ 

50 a	0.9556	53.1	10.37	-3.23	31.9	(2.83)	2.433	0.070	(3.31)
------	--------	------	-------	-------	------	--------	-------	-------	--------

b) Kern und Hülle von gleichem Molekulargewicht (1.063).

1 a	0.2496	3.4	6.00	0.00	13.1	4.46	1.000	1.00	4.46
2	0.1890	3.9	6.06	0.00	13.2	4.47	1.007	0.98	4.47
3	0.1667	3.7	6.42	0.00	13.3	4.61	1.013	0.96	4.62
4	0.1503	3.6	7.70	0.00	13.6	4.88	1.042	0.88	4.90
5	0.1434	3.5	9.51	0.00	14.2	5.04	1.092	0.77	5.09
6	0.1392	3.6	13.96	0.00	15.8	5.15	1.217	0.55	5.26
7 r	0.1381	3.9	31.27	0.00	20.6	5.05	1.584	0.25	5.30

Tabelle 7 enthält eine Zusammenfassung der charakteristischen Grössen aller unserer „Zwergmodelle“, diejenigen des ersten Teils<sup>1</sup> mit einbegriffen. Die Daten sind auf die Sonnenmasse bezogen, und entsprechen entweder einem konstanten Radius (Sonnenradius), oder einer konstanten Mittelpunktstemperatur von  $13,1 \cdot 10^6$ . Wegen der Kleinheit des relativen Strahlungsdrucks und des Anteils der Elektronstreuung in der Opazitätsformel, kann homologe Transformation angewandt werden, wobei für den mittleren relativen Strahlungsdruck ein gewisser effektiver Wert angenommen werden kann:

$$1 - \bar{\beta}_2 = \frac{(1 - \bar{\beta}_1) M_2^2}{M_1^2} \left\{ 1 - 4 (1 - \bar{\beta}_1) \left( \frac{M_2^2}{M_1^2} - 1 \right) \right\}.$$

Die Formel stellt eine Annäherung zur bekannten quartischen Gleichung dar, für den Fall wenn  $1 - \bar{\beta}$  klein ist.

Der Fall  $z = 1.25$  unterscheidet sich von den übrigen Fällen dadurch, dass ausserhalb des Kerns ein spezifisches konvektives Gebiet zwischen eingeschoben werden muss, um eine reelle Lösung zu erhalten. Ferner wird im Falle  $z \geq 2.50$  eine Zwischenhülle in Strahlungsgleichgewicht unter den gemachten Voraussetzungen unmöglich, wodurch nur ein vollständig adiabatischer Aufbau zugelassen werden kann; um jedoch Interpolation zu erleichtern, sind für  $z = 2.50$  Daten für eine Reihe von Strahlungsgleichgewichtskonfigurationen angegeben, obwohl sie als unreell zu betrachten sind.

Die in der Tabelle 7 enthaltenen Grössen sind: (1) Nummer und Bezeichnung des Modells; die vollständig adiabatischen Modelle sind mit „a“, die Fälle der vollständig radiativen Aussenhülle mit „r“ gekennzeichnet; (2)  $Mr_1 : M$ , das Verhältnis der Kernmasse zur Gesamtmasse; (3)  $Mr_2 : M$ , Bruchteil der Masse innerhalb  $r_2$ , des Aussenradius des Strahlungsgleichgewichtsgebiets;  $1 - (Mr_2 : M)$  ist gleich der relativen Masse der äusseren konvektiven Hülle; (4)  $1 - \bar{\beta}$ , mittleres Verhältnis des Strahlungsdrucks zum Gesamtdruck, bestimmt durch

$$\bar{\beta} \int_0^{T_c} dT = \int_0^{T_c} \beta dT ;$$

(5)  $q_c : q_m$ , das Verhältnis der Mittelpunktswichte zur mittleren Dichte; (6)  $m_{bi} - m_{be}$ , in Sterngrössen, die Differenz des maxi-

malen Nettostromes der Strahlung im Kern ( $m_{bi}$ ) und ausserhalb desselben ( $m_{be}$ ); (7) die Mittelpunktstemperatur und (8) die bolometrische Helligkeit (dem Nettostrom der Strahlung ausserhalb des Kerns entsprechend) für Sonnenmasse und Sonnenradius; (9) Radius, (10) mittlere Dichte und (11) bolometrische Helligkeit für Sonnenmasse und eine konstante Mittelpunktstemperatur von  $13,1 \cdot 10^6$ . Im Falle der Modelle 48 a, 49 a und 50 a ist die bolometrische Helligkeit jedoch gleich  $m_{be} + (m_{bi} - m_{be})$ , nicht  $m_{be}$ , da bei diesen Modellen der maximale Nettostrom der Strahlung im Kern grösser ist, als in der Aussenhülle.

Unter den hier aufgestellten Anfangsbedingungen ist der Typus des Modells durch zwei veränderliche Parameter,  $M_{r_1}:M$  und  $M_{r_2}:M$  bestimmt; homologe Transformation ist nur dann möglich, wenn diese beiden Parameter konstant bleiben. Die beiden Parameter sind unabhängig voneinander, ausgenommen im Fall gleichen Molekulargewichts im Kern und ausserhalb desselben (Modelle 1 bis 7). Es ist schwierig, aus den Angaben der Tabelle 7 direkt auf die Abhängigkeit der Eigenschaften der Modelle von den Parametern zu schliessen. Um einen Begriff für diese Abhängigkeit zu erhalten, wurden die Daten der Tabelle 7 unter alleiniger Berücksichtigung der Modelle mit ungleichem Molekulargewicht mittelst zweidimensionaler Interpolation auf gewisse fixierte Werte der Parameter reduziert. Das Resultat ist in der Tabelle 8 zusammengefasst. Die Angaben dieser Tabelle können nicht sehr genau sein, da der Interpolation nur eine kleine Anzahl von direkt berechneten Werten zugrunde liegt; jedoch veranschaulichen diese Zahlen zur Genüge den allgemeinen Charakter der betrachteten Funktionen. Die Differenz  $m_{bi} - m_{be}$  bestimmt formell die Existenzmöglichkeit der berechneten Modelle mit Strahlungsgleichgewichtszone; ist die Differenz positiv, d. h. ist der Nettostrom der Strahlung in der Aussenhülle grösser als dessen Maximalwert im Kern, so besteht kein Widerspruch zwischen Voraussetzungen und Folgerungen, und die entsprechenden Modelle sind formell als „möglich“ zu betrachten; ist jedoch die Differenz negativ, so besteht ein innerer Widerspruch, und die Modelle mit Strahlungsgleichgewicht in der Aussenhülle sind dann als „unmöglich“ zu betrachten. Die Angaben für die „unmöglichen“ Modelle sind in Klammern angegeben. Einen Grenzfall stellt der Wert  $m_{bi} - m_{be} = 0.00$  dar, was einem Maximalwert von  $M_{r_1}:M$ , der relativen Kernmasse entspricht, bei welchem das Modell des

gegebenen Typs noch als „möglich“ anzusehen ist; zum Beispiel, vollständiges Strahlungsgleichgewicht der Aussenhülle ist möglich, wenn  $M_{r_1}:M \leq 0.393$  (Tabelle 8,  $\vartheta$ ); partielles Strahlungsgleichgewicht in der Aussenhülle ist nur dann möglich, wenn die Masse des konvektiven Kerns 0.636 der Gesamtmasse nicht überschreitet (Tabelle 8,  $\alpha$ ). Diese Zahlen gelten selbstverständlich nur für das hier gewählte Verhältnis der Molekulargewichte von Kern und Aussenhülle (2,24:1,063) und für das konventionell festgestellte Opazitätsgesetz, jedoch qualitativ muss auch in anderen Fällen eine ähnliche Begrenzung der „möglichen“ Modelle stattfinden. Diese Werte können wir mit dem Fall des konstanten Molekulargewichts in Kern und Aussenhülle vergleichen (Tabelle 7, b), welcher Fall offenbar durchweg  $m_{bi} - m_{be} = 0$  entspricht (vgl.<sup>1</sup>) und wo der Maximalwert der relativen Kernmasse für vollständiges Strahlungsgleichgewicht der Aussenhülle gleich 0.138, für kaum beginnendes Strahlungsgleichgewicht gleich 0.250 ist; die erste Zahl stellt gleichzeitig auch den Minimalwert der relativen Kernmasse dar (für den Fall konstanten Molekulargewichts). Diese Grenzwerte decken einen viel engeren Spielraum als die entsprechenden Werte für den Fall ungleichen Molekulargewichts (2,24:1,063), wo die Höchstwerte der relativen Kernmasse 0.393 bis 0.636 (je nach dem Typ) erreichen, und wo der Minimalwert kleiner ist als 0.075; mit wachsendem Unterschied des Molekulargewichts zwischen Kern und Hülle wächst also auch der Spielraum der relativen Kernmasse für die „möglichen“ Modelle mit Strahlungsgleichgewicht in der Hülle.

Es sei bemerkt, dass sich unsere Schlüsse auf den Fall eines konvektiven Kerns beziehen; für Kerne von einer verschiedenen Struktur, zum Beispiel vom gemischten Konvektivstrahlungsgleichgewichtstyp (dargestellt z. B. durch Innenteile der Modelle 2 bis 7) kann das Resultat verschieden ausfallen. Es ist jedoch fraglich, ob solche komplexe Kerne durch den allmählichen Verbrauch von Wasserstoff im Sterninnern überhaupt entstehen können. Stellen wir uns einen Kern vor, der den meisten Teil seines Wasserstoffs verloren hat, aber noch nicht gänzlich; die subatomische Energiequelle verursacht noch immer eine stark turbulente Mischung der Kernmaterie; zur gleichen Zeit hat eine allgemeine Kontraktion des Sterns statt gefunden (vgl.<sup>2</sup>, S. 62, 63); die Temperatur am

Tabelle 8.

Interpolierte charakteristische Daten der Modelle mit ungleichem Molekulargewicht (konvektiver Kern mit 0% Wasserstoff,  $\bar{\mu} = 2.24$ , Hülle mit  $33\frac{1}{3}\%$  Wasserstoff,  $\bar{\mu} = 1.063$ ).  $M = M_{\odot}$ ;  $T_c = 13,1 \cdot 10^6$ .

$M_{r_1} : M$	$R : R_{\odot}$	$m_{bol(e)}$	$\varrho_c : \varrho_m$	$(1 - \bar{\beta}) \cdot 10^3$	$m_{bi} - m_{be}$
---------------	-----------------	--------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------

$\alpha) M_{r_2} : M = M_{r_1} : M$  (vollständig adiabatisch)

0.075	1.54	3.95	21.3	8.0	+1.74
0.100	1.66	3.68	23.2	9.4	+1.72
0.15	1.89	3.09	26.3	11.6	+1.67
0.20	2.08	2.61	28.6	14.0	+1.55
0.25	2.25	2.26	30.3	17.0	+1.41
0.30	2.41	1.97	31.6	20.3	+1.26
0.35	2.55	1.70	32.2	23.5	+1.11
0.40	2.67	1.51	32.4	27.0	+0.95
0.45	2.76	1.37	32.1	30.4	+0.77
0.50	2.83	1.29	31.2	33.5	+0.56
0.55	2.88	1.25	30.0	36.8	+0.36
0.60	2.92	1.22	28.6	40.0	+0.15
0.636	...	...	...	...	0.00
0.65	2.94	1.14 i (1.21)	26.9	42.7	-0.07
0.70	2.93	0.92 i (1.22)	24.7	44.8	-0.30
0.75	2.91	0.72 i (1.26)	22.4	46.2	-0.54
0.80	2.87	0.52 i ...	19.9	47.8	...
0.85	2.80	0.35 i ...	17.2	49.3	...
0.90	2.69	0.21 i ...	14.1	50.9	...
0.95	2.48	0.09 i ...	10.8	52.8	...
1.00	1.98	0.01 i ...	6.0	54.5	...

$\beta) M_{r_2} : M = 0.50$

0.075	1.54	4.22	23	7.4	> 0
0.100	1.67	4.03	26	8.3	"
0.15	1.96	3.68	32	9.9	"
0.20	2.21	3.34	38	12.0	"
0.25	2.39	3.02	41	15.0	"
0.30	2.55	2.69	40	18.6	"
0.35	2.66	2.35	38	22.3	"
0.40	2.75	2.01	36	26.1	"
0.45	2.80	1.68	33	30.0	"
0.50	2.83	1.29	31	33.5	> 0

Tabelle 8. Fortsetzung.

$M_{r_1} : M$	$R : R_{\odot}$	$m_{bol(e)}$	$\varrho_e : \varrho_m$	$(1 - \bar{\beta}) \cdot 10^3$	$m_{bi} - m_{be}$
$\gamma) M_{r_2} : M = 0.60$					
0.075	1.56	4.36	25	6.9	> 0
0.100	1.71	4.20	29	7.7	"
0.15	2.02	3.88	37	9.8	"
0.20	2.29	3.56	44	12.0	"
0.25	2.49	3.27	48	14.7	"
0.30	2.64	2.95	50	17.7	"
0.35	2.77	2.64	48	21.2	"
0.40	2.87	2.34	44	25.3	"
0.45	2.93	2.05	40	29.5	"
0.50	2.95	1.76	36	33.3	"
0.55	2.94	1.48	32	36.7	"
0.60	2.92	1.22	29	40.0	> 0
$\delta) M_{r_2} : M = 0.70$					
0.075	1.62	4.52	30	6.6	> 0
0.100	1.76	4.37	35	7.3	"
0.15	2.08	4.03	46	9.0	"
0.20	2.37	3.72	55	11.6	"
0.25	2.66	3.43	62	14.6	"
0.30	2.91	3.14	65	17.7	"
0.35	3.05	2.86	64	21.1	"
0.40	3.08	2.59	59	24.7	"
0.45	3.07	2.32	52	28.4	> 0
0.477	...	...	...	...	0.00
0.50	(3.05)	(2.06)	(45)	(31.7)	< 0
0.55	(3.03)	(1.81)	(38)	(35.4)	< 0
$\varepsilon) M_{r_2} : M = 0.80$					
0.075	1.68	4.71	37	6.5	> 0
0.100	1.85	4.54	44	7.2	"
0.15	2.19	4.20	59	9.0	"
0.20	2.53	3.87	74	11.3	"
0.25	2.85	3.57	87	14.1	"
0.30	3.13	3.30	94	17.3	"
0.35	3.35	3.05	93	20.3	"
0.40	3.47	2.85	87	24.5	> 0
0.433	...	...	...	...	0.00
0.45	(3.52)	(2.66)	(79)	(27.8)	< 0
0.50	(3.53)	(2.48)	(71)	(31.8)	< 0
0.55	(3.50)	(2.31)	(62)	(35.4)	< 0

Tabelle 8. Schluss.

$M_{r_1} : M$	$R : R_{\odot}$	$m_{bol(e)}$	$q_c : q_m$	$(1 - \bar{\beta}) \cdot 10^3$	$m_{bi} - m_{be}$
$\zeta) M_{r_2} : M = 0.90$					
0.075	1.79	4.82	52	6.4	> 0
0.100	1.98	4.66	64	6.8	"
0.15	2.43	4.35	85	9.0	"
0.20	2.89	4.04	108	11.2	"
0.25	3.29	3.73	124	13.9	"
0.30	3.60	3.46	135	17.2	"
0.35	3.84	3.22	141	20.3	"
0.40	4.01	3.01	141	23.8	> 0
0.407	...	...	...	...	0.00
0.45	(4.13)	(2.81)	(133)	(27.3)	< 0
0.50	(4.22)	(2.64)	(120)	(30.6)	< 0
0.55	(4.21)	(2.48)	(104)	(33.7)	< 0
$\eta) M_{r_2} : M = 0.95$					
0.075	1.94	4.88	68	6.4	> 0
0.100	2.17	4.72	84	6.8	"
0.15	2.65	4.40	119	9.0	"
0.20	3.16	4.10	147	11.2	"
0.25	3.62	3.80	167	13.9	"
0.30	3.96	3.53	185	17.2	"
0.35	4.23	3.28	197	20.2	"
0.40	4.47	3.09	199	23.4	> 0
0.402	...	...	...	...	0.00
0.45	(4.64)	(2.89)	(197)	(26.7)	< 0
0.50	(4.78)	(2.71)	(187)	(29.8)	< 0
0.55	(4.84)	(2.57)	(170)	(32.8)	< 0
$\vartheta) M_{r_2} : M = 1.000$ (vollständiges Strahlungsgleichgewicht in der Aussenhülle)					
0.075	2.63	4.90	149	7.0	+1.71
0.100	2.99	4.75	197	7.7	+1.59
0.15	3.73	4.45	296	9.0	+1.29
0.20	4.54	4.15	426	11.2	+0.99
0.25	5.32	3.86	554	13.8	+0.70
0.30	6.00	3.57	646	17.1	+0.44
0.35	6.48	3.33	702	20.3	+0.21
0.393	6.82	3.14	718	23.2	0.00
0.40	(6.87)	(3.11)	(720)	(23.8)	-0.03
0.45	(7.19)	(2.91)	(722)	(27.3)	-0.24
0.50	(7.44)	(2.77)	(696)	(30.9)	-0.44
0.55	(7.63)	(2.63)	(620)	(34.7)	-0.59

inneren Grenzgebiet der Aussenhülle (die noch viel Wasserstoff enthält) ist gestiegen und bewirkt nun das Freiwerden von subatomischer Energie ausserhalb des bisherigen Kerngebiets; dadurch wird aber eine neue konvektive Zone ausserhalb des Kerns geschaffen. An der Aussengrenze des Kerns ist der Austausch des Stoffes (Wasserstoff) sehr intensiv, da an der Grenze des Kerns und der neu entstandenen konvektiven Zone ein Sprung im Gradienten des Wasserstoffgehalts stattfindet; dadurch wird bald der Wasserstoffgehalt im Kern und in der neu entstandenen Zone ausgeglichen und es entsteht ein grösserer, durchweg konvektiver Kern von einheitlichem Wasserstoffgehalt und Molekulargewicht. Es ist also wahrscheinlich, dass der Kern mit der Zeit wohl wächst, ohne jedoch Schichtenbildung aufzuweisen (diese Erwägungen widerlegen einige frühere Schlüsse des Verfassers, *vgl.*<sup>2</sup>, 6. e). In diesem Fall müsste jeder Stern im Laufe der Zeit in eine vollständig adiabatische Struktur übergehen, als eine Folge des stetigen Verbrauchs von Wasserstoff im Sterninnern und des Anwachsens der relativen Kernmasse — falls der Stern nicht in einem früheren Alter adiabatisch aufgebaut war. Es ist deshalb ziemlich wahrscheinlich, dass wenigstens einige Sterne adiabatischen Aufbau aufweisen.

Auf Grund derselben Betrachtungen müsste man die Modelle von 16 bis 23 ( $z = 1.25$ ) alle als „unmöglich“ ansehen, da dieselben zwei sich berührende innere konvektive Zonen von verschiedener Zusammensetzung enthalten, die ja in kurzer Zeit durch Austausch und Mischung in einen einheitlichen grösseren Kern übergehen sollen; gleichfalls können die vollständig adiabatischen Modelle dauernd nur als chemisch homogene bestehen, während die von uns berechneten vollständig adiabatischen Strukturen von ungleichmässigem Molekulargewicht nur eine kurze Zeit als solche existieren können.

Eine besonders interessante Besonderheit unserer Tabellen ist die von der Struktur abhängende sehr grosse Verschiedenheit der Radien, für konstante Mittelpunktstemperatur und Masse. Bei  $T_c = 13,1 \cdot 10^6$  und  $M = M_\odot$  sind die extremen Werte  $R = R_\odot$  (gleichförmige Zusammensetzung mit  $33\frac{1}{3}\%$  Wasserstoff und ein vollständig adiabatischer Aufbau) und  $R = 6.82 R_\odot$  (ungleichförmige Zusammensetzung, mittlerer Wasserstoffgehalt  $20,2\%$  der Gesamtmasse).

Der Spielraum von  $R$  ist genügend gross, um auch im Falle von Riesensternen (wenigstens gelbe Riesen, wie Kapella) die Umwandlung von Wasserstoff als mögliche Energiequelle angesehen werden könnte, falls wir die Riesensterne als mit wasserstoffarmen, verhältnismässig grossen Kernen versehen annehmen, also falls wir dieselben als das Resultat weit fortgeschrittenen Verbrauchs von Wasserstoff im Sterninnern ansehen; es gibt also hier keine Schwierigkeit von Seiten des Aufbaus, auch keine Notwendigkeit einer speziellen Opazitätsformel. Der Unterschied des Wasserstoffgehaltes im Kern und in der Hülle kann dabei noch grösser sein, als wir es in unseren Berechnungen angenommen haben, in welchem Falle ein noch grösserer Spielraum der Radien der verschiedenen Modelltypen stattfinden kann; rote Riesen von einem kleinen Wert von  $\frac{M}{R}$  und doch von einer verhältnismässig hohen Mittelpunktstemperatur könnten auf diese Weise berechnet werden. Im Falle grosser Massen und grossen relativen Strahlungsdrucks entstehen dabei beinahe unbegrenzte „Inflationsmöglichkeiten“, wie in <sup>1</sup> gezeigt ist (Modelle 13 bis 15). Die Schwierigkeit bezüglich des Aufbaus der Riesen ist also nicht von struktureller Natur; falls hier immerhin Bedenken am Platz sind, sind dieselben vielmehr auf die ungenügende Energiequelle der Atomumwandlungen zurückzuführen, die den Riesen eine unwahrscheinlich kurze Lebensdauer ermöglicht (vgl. <sup>2</sup>).

## Referenzen.

<sup>1</sup> E. Öpik, Publ. Obs. Tartu 30.<sub>4</sub>, 1938; Acta et Comm. Univ. Tartuensis A 34.<sub>5</sub>.

<sup>2</sup> E. Öpik, Publ. Obs. Tartu 30.<sub>3</sub>, 1938; Acta et Comm. Univ. Tartuensis A 33.<sub>9</sub>.

ES  
A-9

**TARTU ÜLIKOOI TOIMETUSED** ilmuvad kolmes seerias:

**A:** Mathematica, physica, medica.

**B:** Humaniora.

**C:** Annales.

**Ladu:** Ülikooli Raamatukogus, Tartus.

---

Die **ACTA UNIVERSITATIS TARTUENSIS / DORPATENSIS** erscheinen in drei Serien:

**A:** Mathematica, physica, medica.

**B:** Humaniora.

**C:** Annales.

**Bezugsstelle:** Bibliothek der Universität Dorpat.

---