

Abhandlungen  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse  
Neue Folge Heft 56  
1949

---

Die Absorption und die Dichte  
in 31 Dunkelwolken  
der südlichen Milchstraße

von  
Erich Schoenberg und Gy. Tolmár

Mit 4 Abbildungen im Text, 5 Milchstraßenbildern und 25 Kärtchen auf Tafeln  
Vorgelegt von Herrn C. Carathéodory am 7. Februar 1947

München 1949  
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
in Kommission beim Biederstein Verlag München

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei in Nördlingen  
Printed in Germany



## Inhalt

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Einleitung . . . . .                                                                       | 5  |
| 2. Das Beobachtungsmaterial . . . . .                                                         | 6  |
| 3. Die Schwärzungskurven . . . . .                                                            | 7  |
| 4. Die Auswahl der Sterne und die Karten der Dunkelwolken . . . . .                           | 11 |
| 5. Die Genauigkeit der mittleren Helligkeiten . . . . .                                       | 12 |
| 6. Die Farbindizes für die einzelnen Dunkelwolken . . . . .                                   | 12 |
| 7. Die Kurven der Farbindizes . . . . .                                                       | 14 |
| 8. Die mittleren FI.-Kurven . . . . .                                                         | 17 |
| 9. Die Frequenzkurven der Farbindizes . . . . .                                               | 20 |
| 10. Die Absorptionen in den einzelnen Dunkelwolken . . . . .                                  | 22 |
| 11. Das Verfärbungsgesetz . . . . .                                                           | 25 |
| 12. Die Entfernungen der Dunkelwolken und ihre Flächeninhalte . . . . .                       | 26 |
| 13. Die Beschreibung der einzelnen Dunkelwolken . . . . .                                     | 27 |
| 14. Die Durchmesser der Dunkelwolken, ihre Massen und durchschnittlichen<br>Dichten . . . . . | 33 |
| 15. Die Massen und Dichten in Abhängigkeit vom Halbmesser der Wolken . . . . .                | 37 |
| 16. Die Durchschnittsmasse . . . . .                                                          | 39 |
| 17. Der Katalog der Helligkeiten . . . . .                                                    | 40 |
| 18. Die Kärtchen der einzelnen Dunkelwolken . . . . .                                         | 56 |

## 1. Einleitung

Für die südliche Milchstraße besaß die Sternwarte Breslau Aufnahmen ihrer Windhuker-Zweigstelle in 3 Farben mit abgeblendetem Ernostar-Objektiv und einem Maßstab von  $1\text{ mm} = 15'$ . Bei der Betrachtung der gut geschwärzten Negative, die für Blau (ohne Filter) bis zur Grenzgröße 15.0 m, für Gelb bis zu 13.5 m und bei den Rotaufnahmen bis zu 12.8 m reichten, fiel schon dem bloßen Auge außer den bekannten großen Dunkelgebieten der strukturreichen südlichen Milchstraße eine Reihe kleiner Wölkchen auf, die den Eindruck erweckten, als ob sie von den großen Dunkelwolken losgerissene kleine Gebilde seien. Sie sind im allgemeinen gegen ihre Umgebung scharf begrenzt und öfters auch von einigermaßen runder Form. Diese Wölkchen sind auch alle auf unserem in Vorbereitung begriffenen Atlas der südlichen Milchstraße, der mit Leica-Objektiven aufgenommen ist, deutlich sichtbar. Ihr Kontrast gegen die Umgebung ist auf den Aufnahmen verschiedener Farbe natürlich verschieden, aber immer genügend groß, um die Wolke als solche zu erkennen. Dieser Kontrast ist nicht nur durch die geringere Sternzahl innerhalb der Wolke bedingt, sondern in höherem Maße durch die größere Helligkeit des Plattengrundes. Die Umrisse der Wölkchen sind deshalb auch bequem nach der Helligkeit des Grundes festzulegen. Der Gedanke lag nahe selbst den Betrag der Absorption aus dem Unterschiede der Helligkeiten des Plattengrundes innerhalb und außerhalb der Wolken zu bestimmen. Die Helligkeit des Grundes ist außer den anderen bekannten atmosphärischen und photographischen Faktoren, die innerhalb des Gebietes der kleinen Wolke und ihrer Umgebung als identisch angesehen werden können, durch die Helligkeit der nicht mehr trennbaren Untergrundsterne bedingt. Diese werden ebenso wie die durchscheinenden helleren Sterne um den Betrag der Absorption innerhalb der Dunkelwolke geschwächt. Wären die Schwärzungskurven der Platten bis zu den Schwärzungen des Grundes innerhalb der Dunkelwolken bekannt, so müßten die gemessenen Unterschiede dieser Flächenhelligkeiten innerhalb und außerhalb der Wolke die Werte der Totalabsorption ergeben. Auch diese schwächsten Schwärzungen der Platten liegen bei den Blau- und Rotaufnahmen genügend weit von dem Schwellenwert derselben entfernt. Leider waren bei den Aufnahmen mit dem Ernostar-Objektiv aber keine Schwärzungsmarken aufkopierte, so daß eine Extrapolation der Schwärzungskurven bis zur Helligkeit des Untergrundes notwendig war. Diese Methode allein wäre ganz unzulänglich gewesen um die Beträge der Absorption zu bestimmen; andererseits ist die Anzahl der Sterne innerhalb so kleiner Dunkelwolken viel zu gering um die statistische Methode der Wolfschen Kurven auf sie mit Erfolg anzuwenden. Es wurden deshalb nach der Photometrierung aller auf den Blau-, Gelb- und Rotplatten innerhalb der Wolke sichtbaren Sterne eine gleiche Anzahl im Durchschnitt gleichheller Sterne aus der Umgebung der Wolke vermessen und die mittleren Farbindizes gleichheller Sterne innerhalb und außerhalb der Wolke gebildet. Wie diese Farbindizes zur Ableitung der totalen und selektiven Absorption verwendet wurden, wird in den Kapiteln 7 und 10 eingehend erörtert werden. Die aus den Helligkeiten der Gründe abgeleiteten Absorptionen sind mit geringerem Gewicht auch in die Endergebnisse eingeführt.



Ein Urteil über die Genauigkeit der so errechneten Absorptionen und der aus ihnen nach der Mieschen Theorie folgenden Massen absorbierender Materie innerhalb der kleinen Wolken kann erst durch das Studium dieser Arbeit gewonnen werden. Als Vorzug unserer Methode, die bei der Kleinheit der Dunkelwolken uns als einzig mögliche offenstand, ist jedenfalls der Umstand anzusehen, daß die Auswahl des Vergleichsfeldes hier gar keine Schwierigkeiten bietet, weil die nächste Umgebung der Wolke, die man ringförmig begrenzen kann, unbedenklich als unverfälschtes Gebiet gleicher Sterndichte angesehen werden kann. Die Auswahl der Dunkelwolken war naturgemäß durch den Maßstab unserer Platten und die Grenzhelligkeiten der auf ihnen abgebildeten Sterne ganz wesentlich bedingt. Bei stärkeren Vergrößerungen des Objektivs und größerer Reichweite desselben wird der Untergrund der nicht auflösbaren Sterne von schwächeren Sternen gebildet sein, und es könnten auf solchen Platten auch Wolken hervortreten, die in größerer Entfernung liegen und bei denen ein Teil der von uns gemessenen Hintergrundsterne Vordergrundsterne wären. Unsere Auswahl ist auch durch die Bedingung beschränkt, daß wegen der Verschlechterung der Sternbilder nur die vermessen werden konnten, die nicht zu weit vom Zentrum der Platte oder dem Eichfeld der Selected Areas lagen, aus denen die Schwärzungskurve abgeleitet war.

Ein nicht unwesentliches Nebenergebnis dieser Arbeit ist der Katalog der Gelb- und Rotindizes von 1277 schwachen Sternen, der im Anhang gedruckt ist.

Die 5 Abbildungen der Milchstraße auf Glanzpapier stellen 2fache Vergrößerungen der besseren unserer Platten dar, aus denen man die Lage der Wölkchen im Zuge der Milchstraße ersehen kann. Die Abstufungen der Helligkeit des Untergrundes sind bei der kontrastreichen Abbildung aber verlorengegangen.

## 2. Das Beobachtungsmaterial

Die Messungen wurden an 28 Platten der südlichen Milchstraße ( $16 \times 16$  cm), die in Windhuk mit der Ernostar-Kamera ( $f = 1:1.8$ ) aufgenommen waren, ausgeführt. Die Kamera ist uns von der Sternwarte Berlin-Babelsberg leihweise überlassen worden. Von diesen Aufnahmen sind 23 spezielle Milchstraßenaufnahmen, die in  $24^\circ$  Abstand längs dem Hauptkreise der Milchstraße orientiert sind. Sie sind mit stark abgeblendetem Objektiv (in Blau  $1:4.5$ , in Gelb und Rot  $1:3.2$ ) aufgenommen, trotzdem aber nur bis höchstens  $10^\circ$  Abstand von der optischen Achse für photometrische Zwecke brauchbar. 23 Platten verteilen sich auf 4 Milchstraßenfelder mit den galaktischen Längen: Feld VI  $\lambda = 262^\circ$ , Feld VII  $\lambda = 286^\circ$ , Feld VIII  $\lambda = 310^\circ$ , Feld IX  $\lambda = 334^\circ$ . Trotz der Überdeckung der Felder sind nicht alle kleinen Dunkelfelder in den Sternbildern des Sagittarius bis Carina, die unsere Platten umfassen, wegen der Beschränkung, die die Verschlechterung der Sternbilder uns auferlegte, vermessen worden. Für die kleinen Dunkelwolken im Sagittarius, die alle in größeren Abständen vom Zentrum der Platte liegen, sind 5 Überwachungsaufnahmen des südlichen Himmels, die in dieselbe Gegend der Milchstraße fallen und mit denselben Filtern (alle unabgeblendet) aufgenommen waren, hinzugezogen worden. Durchschnittlich ist so jede Wolke in jeder Farbe auf 2 Platten vermessen worden. Das folgende Verzeichnis der vermessenen Platten enthält die wichtigsten Daten über die Aufnahmen.



| Nr.                   | Bezeichnung | Datum     | Belichtung                    | Zentrum                                                      | Platte   | Filter |
|-----------------------|-------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|--------|
| Feld VI               |             |           |                               |                                                              |          |        |
| 1                     | g 6-10      | 22. 5. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  | $\alpha = 11^{\text{h}}34^{\text{m}} \delta = -61^{\circ}$   | Matter   | —      |
| 2                     | g 6-6       | 30. 5. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Matter   | —      |
| 3                     | g 6-16      | 19. 5. 39 | 4 <sup>h</sup> <sub>4m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 4                     | g 6-9       | 21. 5. 38 | 3 <sup>h</sup> <sub>27m</sub> |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 5                     | g 6-8       | 19. 5. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>41m</sub> |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| Feld VII              |             |           |                               |                                                              |          |        |
| 6                     | g 7-4       | 21. 6. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  | $\alpha = 14^{\text{h}}46^{\text{m}} \delta = -58^{\circ}$   | Matter   | —      |
| 7                     | g 7         | 20. 6. 36 | 1 <sup>h</sup> <sub>56m</sub> |                                                              | Matter   | —      |
| 8                     | g 7-3       | 20. 6. 38 | 4 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 9                     | g 7-7       | 25. 6. 38 | 4 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 10                    | g 7-2       | 22. 5. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>42m</sub> |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| 11                    | g 7-5       | 22. 6. 38 | 3 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| Feld VIII             |             |           |                               |                                                              |          |        |
| 12                    | g 8-5       | 27. 7. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  | $\alpha = 16^{\text{h}}44^{\text{m}} \delta = -42.5^{\circ}$ | Matter   | —      |
| 13                    | g 8-6       | 28. 7. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  |                                                              | Matter   | —      |
| 14                    | g 8-2       | 19. 7. 38 | 4 <sup>h</sup> <sub>3m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 15                    | g 8-3       | 25. 7. 38 | 4 <sup>h</sup> <sub>3m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 16                    | g 8-1       | 18. 7. 38 | 3 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| 17                    | g 8-4       | 26. 7. 38 | 3 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| Feld IX               |             |           |                               |                                                              |          |        |
| 18                    | g 9-2       | 18. 8. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>1m</sub>  | $\alpha = 17^{\text{h}}48^{\text{m}} \delta = -22.5^{\circ}$ | Matter   | —      |
| 19                    | g 9-6       | 13. 9. 38 | 2 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Matter   | —      |
| 20                    | g 9-1       | 17. 8. 38 | 4 <sup>h</sup> <sub>5m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 21                    | g 9-7       | 18. 5. 39 | 4 <sup>h</sup> <sub>9m</sub>  |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 22                    | g 9-4       | 20. 8. 38 | 3 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| 23                    | g 9-5       | 23. 8. 38 | 3 <sup>h</sup> <sub>2m</sub>  |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| Überwachungsaufnahmen |             |           |                               |                                                              |          |        |
| 24                    | U 179       | 20. 7. 35 | 43 <sup>m</sup>               | $\alpha = 18^{\text{h}}0^{\text{m}} \delta = -35^{\circ}$    | Matter   | —      |
| 25                    | U 239       | 17. 8. 35 | 47 <sup>m</sup>               |                                                              | Matter   | —      |
| 26                    | U 23-1      | 22. 6. 38 | 1 <sup>h</sup> <sub>30m</sub> |                                                              | Isopan   | RG 1   |
| 27                    | U 188       | 26. 7. 35 | 1 <sup>h</sup> <sub>30m</sub> |                                                              | Isochrom | GG 11  |
| 28                    | U 106       | 23. 4. 35 | 1 <sup>h</sup> <sub>30m</sub> |                                                              | Isochrom | GG 11  |

### 3. Die Schwärzungskurven

Für alle 28 Platten wurden Schwärzungskurven abgeleitet. Dazu dienten uns die Blau- und Rothelligkeiten von 4 Eichfeldern der Selected Areas Nr. 193, 195, 180 und 158, von denen die 3 ersten ziemlich zentral in unseren Milchstraßenfeldern VI, VII, VIII liegen. Für die helleren Sterne, bis etwa 13.8 m im internationalen System, in den zentralen Teilen der S. A., hat S. Gaposchkin in Harvard Annals 89, Nr. 9 die Rothelligkeiten bestimmt, die sich auf dieselbe effektive Wellenlänge 630 m $\mu$  wie unsere Rotaufnahmen beziehen. Aus  $m_{\text{ph}}$  und  $m_{\text{rot}}$  wurden die Gelbhelligkeiten in folgender Weise berechnet: Für 20

Selected Areas der von S. Gaposchkin gegebenen Zusammenstellung der Rotindizes mit dem Spektraltypus der PSD, die symmetrisch um die von uns untersuchten Felder der Milchstraße liegen, wurde ein Diagramm RI-Spektraltyp nach PSD gezeichnet und dieses in Form einer gebrochenen Kurve dargestellt. Die Eckpunkte derselben sind in der

| Spektren n. PSD | RI n. Gaposchkin |
|-----------------|------------------|
| $B_5$           | — 0.30 m         |
| $A_0$           | — 0.10           |
| $F_0$           | + 0.48           |
| $G_0$           | + 0.71           |
| $K_0$           | + 1.30           |
| $M_0$           | + 2.70           |

folgenden kleinen Tabelle gegeben. Zwischen diesen Punkten wurde linear interpoliert. So konnten die Spektraltypen und mit Hilfe der Tabelle auf S. 734 von Russel, Dugan und Stuart „Astronomy II“ die Temperaturen entnommen werden. Da das Diagramm Riesen und Zwerge nicht trennt, wurden Mittelwerte der Temperaturen für Riesen und Zwerge angenommen. Mit Hilfe der Formel  $GI = \frac{7200}{T} - 0.64$  ergab sich dann der Gelbindex. Wie man sieht, konnte derselbe nur sehr roh bestimmt werden.

Gaposchkins Rothelligkeiten reichen ebenso wie unsere Rotplatten bis zur Grenzgröße 12.8 m. Sie genügten deshalb für die Ableitung der Schwärzungskurven in Rot und Gelb. Dagegen war das für die Blauaufnahmen ohne Filter, die auf einzelnen Platten bis zu  $m_{ph} = 15.0$  reichen, nicht mehr der Fall. Für diese wurden Zusatzsterne mit Helligkeiten des Katalogs Harvard Groningen hinzugefügt und mit Hilfe der Tabellen im Astroph. Journal 61, S. 318 auf das internationale System reduziert. Die so erhaltenen, den Schwärzungskurven zugrunde liegenden Helligkeiten der Sterne unserer 4 Eichfelder sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Anzahl der Sterne und die Genauigkeit der schwachen H.G.-Helligkeiten war für die sichere Ableitung der Schwärzungskurven nicht immer genügend. Jedes Eichfeld wurde am lichtelektrischen Photometer durch 3 Beobachter im ganzen 5mal vermessen. Die Spaltbreite war immer dieselbe:  $0.04 \times 0.04$  mm.

Bezeichnet  $G$  den Ausschlag des Elektrometerfadens bei der Einstellung des Plattengrundes in der Nähe des Sterns,  $A$  denjenigen beim Stern, so wurden die Quotienten  $\frac{G-A}{G}$  für die Schwärzungskurve verwendet, wobei aber für alle Werte von  $G$  innerhalb der Dunkelwolke und für alle Werte außerhalb derselben Mittelwerte benutzt wurden. Die so erhaltene Schwärzungskurve ergibt den Wert 0 für die Helligkeit des Grundes und mußte bis zu diesem Werte extrapoliert werden. Bei der Entnahme der Helligkeiten auch der schwächsten beobachteten Sterne hatte das keine Bedenken, weil auch die Sterne des Eichfeldes bis zu den schwächsten, vom Grunde sich kaum abhebenden, reichten. Dagegen mußten dieselben Schwärzungskurven auch dazu benutzt werden den Unterschied der Helligkeiten des Grundes innerhalb und außerhalb der Dunkelwolken abzuleiten. Hierbei wurde dann dieselbe Form benutzt und der stärker geschwärzte Grund außerhalb der Dunkelwolke als Ausschlag  $A$ , der weniger geschwärzte innerhalb der Dunkelwolke als



## Sternhelligkeiten für die Schwärzungskurven

Eichfeld Selected Area 193

Zentrum für 1900:  $\alpha = 11^{\text{h}}27^{\text{m}}$ ,  $\delta = -60^{\circ}10'$ ;  $\lambda = 261^{\circ}$ ,  $\beta = +1^{\circ}$ 

Zusatzsterne aus H.G.

| Nr. | H.G. | $m_{\text{Int.}}$ | $m_{\text{rot}}$ | Sp. PSD  | $m_{\text{gelb}}$ | Nr.  | H.G. | $m_{\text{Int.}}$ |
|-----|------|-------------------|------------------|----------|-------------------|------|------|-------------------|
| 4   | 963  | 9.98              | —                | B 9      | —                 | 16   | 2258 | 12.87             |
| 5   | 4082 | 10.13             | 10.65            | B 8      | 10.39             | 17   | 2528 | 14.33             |
| 6   | 386  | 10.88             | 11.24            | F o: ? B | 11.06             | 18   | 2139 | 14.59             |
| 7   | 3519 | 10.78             | 11.10            | F o      | 10.94             | 19   | 2204 | 13.45             |
| 8   | 3283 | 11.21             | 11.01            | —        | 11.11             | 20   | 2162 | 14.43             |
| 9   | 2136 | 11.55             | 11.74            | —        | 11.65             | 21   | 4909 | 14.59             |
| 10  | 1532 | 11.82             | 11.48            | —        | 11.65             | 22   | 4747 | 14.66             |
| 11  | 357  | 12.20             | 12.04            | —        | 12.12             | 23   | 5250 | 13.02             |
| 12  | 710  | 12.68             | 11.88            | —        | 12.28             | 24   | 5223 | 13.30             |
| 13  | 4274 | 13.00             | 12.00            | —        | 12.50             | 25   | 5371 | 14.03             |
| 14  | 3521 | 13.24             | 12.04            | —        | 12.64             | 26   | 5097 | 14.72             |
| 15  | 2401 | 13.52             | 12.36            | —        | 12.94             | 26 a | 5056 | 14.75             |
|     |      |                   |                  |          |                   | 27   | 3538 | 13.45             |
|     |      |                   |                  |          |                   | 28   | 3555 | 14.03             |
|     |      |                   |                  |          |                   | 29   | 3551 | 13.02             |
|     |      |                   |                  |          |                   | 30   | 2418 | 13.45             |
|     |      |                   |                  |          |                   | 31   | 2444 | 14.03             |

Eichfeld Selected Area 195

Zentrum für 1900:  $\alpha = 14^{\text{h}}57^{\text{m}}$ ,  $\delta = -60^{\circ}00'$ ;  $\lambda = 286^{\circ}$ ;  $\beta = -2^{\circ}$ 

Zusatzsterne aus H.G.

| Nr. | H.G. | $m_{\text{Int.}}$ | $m_{\text{rot}}$ | Sp.     | $m_{\text{gelb}}$ | Nr. | H.G. | $m_{\text{Int.}}$ |
|-----|------|-------------------|------------------|---------|-------------------|-----|------|-------------------|
| 1   | *493 | 8.60              | 8.66             | A o     | 8.60              | 17  | 1058 | 14.08             |
| 2   | 1790 | 9.42              | 7.60             | G 9     | 8.35              | 18  | 942  | 13.15             |
| 3   | 932  | 9.78              | 9.56             | A 2     | 9.71              | 19  | 1042 | 14.24             |
| 4   | 994  | 10.52             | 8.65             | G 8     | 9.66              | 20  | 1011 | 13.15             |
| 5   | 1207 | 10.76             | 8.80             | K o     | 9.83              | 21  | 1308 | 14.08             |
| 6   | 964  | 10.94             | 10.53            | A 6     | 10.72             | 22  | 992  | 13.15             |
| 7   | 2665 | 11.11             | 10.46            | F 2     | 10.72             | 23  | 1646 | 13.48             |
| 8   | 1065 | 11.14             | 10.58            | F 1     | 10.78             | 24  | 1662 | 13.31             |
| 9   | 1597 | 11.35             | 10.75            | —       | 11.00             | 25  | 2863 | 13.00             |
| 10  | 1853 | 11.72             | 11.03            | G o b 1 | 11.10             | 26  | 2887 | 13.62             |
| 11  | 1809 | 11.96             | 11.74            | —       | 11.89             | 27  | 2941 | 14.08             |
| 12  | 1935 | 12.26             | 11.82            | —       | 12.03             | 28  | 2990 | 13.48             |
| 13  | 3265 | 12.52             | 11.95            | —       | 12.16             | 30  | 3025 | 13.00             |
| 14  | 2926 | 12.86             | 12.20            | —       | 12.47             | 31  | 3023 | 14.24             |
| 15  | 428  | 13.68             | 12.11            | —       | 12.79             | 32  | 3043 | 13.15             |
| 16  | 1916 | 13.74             | 11.69            | —       | 12.81             |     |      |                   |

\* PSD.



• Sternhelligkeiten für die Schwärzungskurven

Eichfeld Selected Area 180

Zentrum für 1900:  $\alpha = 16^{\text{h}}46^{\text{m}}$ ,  $\delta = 45^{\circ}00'$ ;  $\lambda = 309^{\circ}$ ,  $\beta = -1^{\circ}$

Zusatzsterne aus H.G.

| Nr. | H.G. | $m_{\text{Int.}}$ | $m_{\text{rot}}$ | Sp.<br>PSD | $m_{\text{gelb}}$ | Nr.  | H.G.  | $m_{\text{Int.}}$ |
|-----|------|-------------------|------------------|------------|-------------------|------|-------|-------------------|
| 1   | 1706 | 9.60              | 7.44             | K 3        | 8.51              | 16   | 1674  | 12.96             |
| 2   | 3209 | 9.91              | 9.26             | F 0        | 9.58              | 17   | 2678  | 13.36             |
| 3   | 1872 | 10.43             | 9.82             | A 7        | 10.18             | 18   | 614   | 13.51             |
| 4   | 2041 | 10.78             | 10.32            | F 5        | 10.31             | 19   | 920   | 14.72             |
| 5   | 1626 | 11.06             | 10.46            | F 3        | 10.66             | 19 a | 924   | 14.72             |
| 6   | 1682 | 11.45             | 11.11            | F 7        | 10.95             | 20   | 1835  | 14.08             |
| 7   | 2046 | 11.66             | 11.22            | F 6: b 1   | 11.17             | 21   | 2105  | 13.78             |
| 8   | 1982 | 12.10             | 11.51            | —          | 11.70             | 22   | 1864  | 13.22             |
| 9   | 1777 | 12.24             | 11.51            | F 7        | 11.74             | 23   | 618   | 13.36             |
| 10  | 1457 | 12.37             | 11.77            | —          | 11.97             | 24   | { 609 | 14.49             |
| 11  | 1499 | 12.53             | 11.54            | —          | 11.53             |      | { 610 |                   |
| 12  | 1657 | 12.56             | 11.97            | —          | 12.16             | 25   | 623   | 13.94             |
| 13  | 1438 | 12.89             | 11.99            | —          | 12.00             | 26   | 1458  | 13.78             |
| 14  | 2613 | 13.32             | 12.33            | —          | 12.33             | 27   | 2533  | 14.08             |
| 15  | 2598 | 13.73             | 12.36            | —          | 12.25             | 28   | 3115  | 14.56             |
|     |      |                   |                  |            |                   | 29   | 3119  | 15.06             |
|     |      |                   |                  |            |                   | 30   | 1344  | 14.72             |

Eichfeld Selected Area 158

Zentrum für 1900:  $\alpha = 18^{\text{h}}23^{\text{m}}$ ,  $\delta = -30^{\circ}00'$ ;  $\lambda = 331^{\circ}$ ,  $\beta = -10^{\circ}$

Zusatzsterne aus H.G.

| Nr. | H.G. | $m_{\text{Int.}}$ | $m_{\text{rot}}$ | Sp.<br>PSD | $m_{\text{gelb}}$ | Nr. | H.G.   | $m_{\text{Int.}}$ |
|-----|------|-------------------|------------------|------------|-------------------|-----|--------|-------------------|
| 1   | 3291 | 8.93              | 7.90             | G 9        | 8.04              | 16  | 3163   | 13.02             |
| 2   | 3557 | 9.73              | 8.23             | K 0        | 8.81              | 17  | 3731   | 12.41             |
| 3   | 3133 | 10.15             | 8.22             | K 0        | 9.23              | 18  | 3661   | 14.42             |
| 4   | *549 | 11.12             | 11.05            | A 0        | 11.09             | 19  | { 4435 | 13.53             |
| 5   | *531 | 11.26             | 9.13             | K 1        | 10.28             |     | { 4440 |                   |
| 6   | 4379 | 11.40             | 10.35            | K 2        | 10.38             |     |        |                   |
| 7   | 4395 | 11.90             | 10.38            | K 0        | 10.98             |     |        |                   |
| 8   | 3188 | 12.11             | 11.26            | G 4        | 11.28             |     |        |                   |
| 9   | 3169 | 12.46             | 10.76            | —          | 11.60             |     |        |                   |
| 10  | 3305 | 12.65             | 11.47            | —          | 11.39             |     |        |                   |
| 11  | 3352 | 12.97             | 12.05            | —          | 12.47             |     |        |                   |
| 12  | 3462 | 13.28             | 11.95            | —          | 12.61             |     |        |                   |
| 13  | 3371 | 13.78             | —                | —          | —                 |     |        |                   |
| 14  | 4431 | 13.86             | —                | —          | —                 |     |        |                   |
| 15  | 4563 | 14.35             | —                | —          | —                 |     |        |                   |

\* PSD.

als Ausschlag  $G$  aufgefaßt. Dabei kamen natürlich nur die oben erwähnten Mittelwerte der Helligkeiten der Gründe innerhalb und außerhalb der Wolke zur Verwendung. Die so erhaltenen Absorptionswerte, die auf der Benutzung des extrapolierten Teils der Schwärzungskurven beruhen, haben, wie schon in der Einleitung erwähnt, deshalb nur ein geringes Gewicht. Wie wir später sehen werden, stimmen die erhaltenen Absorptionsbeträge für die gut geschwärzten Blau- und Rotplatten doch so weit mit den aus der Schwächung der Sterne abgeleiteten überein, daß sie mit geringerem Gewicht benutzt werden konnten. Die Abbildung aller Schwärzungskurven ist uns aus Raummangel nicht möglich, dagegen werden die zugrunde liegenden Helligkeiten, auch wegen der Möglichkeit ihrer anderweitigen Verwendung, in der Tabelle (S. 9 u. 10) mitgeteilt.

#### 4. Die Auswahl der Sterne und die Karten der Dunkelwolken

Die Umrisse der Dunkelwolken wurden, wie schon erwähnt, nach dem Kontrast beurteilt, den der Plattengrund innerhalb und außerhalb derselben bei der Betrachtung der Platten im Stereokomparator darbot, und in Franklin Adams Karten eingezeichnet. Wir überzeugten uns jedesmal durch Heranziehung mehrerer Blau- und Rotplatten, daß der Kontrast nicht durch einen Plattenfehler verursacht war. Auch die weniger geschwärzten Gelbplatten zeigten überall dieselben Umrisse der Wolke, so daß die Festlegung ihrer Grenzen keine Schwierigkeiten bot. Diese Umrisse sind aus den im Anhang dieser Arbeit wiedergegebenen Kärtchen zu ersehen; sie sind im allgemeinen unregelmäßig in der Form. Dann wurden alle Sterne, die auf den zu vermessenden B-G-R-Platten gleichzeitig innerhalb der Wolke sichtbar waren, ausgewählt und numeriert, worauf eine ungefähr gleiche Anzahl von Sternen nahezu des gleichen Helligkeitsintervalls außerhalb der Wolken ausgesucht wurde. Hierbei mußten natürlich einige nur auf den starken B-Platten vorhandene Sterne ausfallen. Ihre Anzahl war aber immer nur sehr gering. Infolge der vielfach unscharfen Sternbilder und der kleinen Vergrößerung unserer Platten war es unmöglich, die schwachen Sterne nach dem H.G.-Katalog zu identifizieren. Öfters fielen auf das diffuse Bild eines auf allen unsern Platten sichtbaren Sternchens zwei sehr schwache Sterne des H.G.-Katalogs. Für die differentiellen Helligkeitsmessungen konnte ein solches Sternchen gut verwendet werden, ebenso auch für zukünftige stellarstatistische Untersuchungen differentieller Art. Wir bringen deshalb im Anhang Abbildungen starker (13- bis 30fach) Vergrößerungen der Dunkelfelder mit allen vermessenen Sternen und einen Katalog der B-G-R-Helligkeiten mit unserer Numerierung. Die Kärtchen haben ein Koordinatennetz, das aus demjenigen der Franklin-Adams-Karten übertragen ist und sich auf das Äquinoktium 1875.0 bezieht, so daß ein Wiederfinden der Sterne beim Vergleich mit Platten stärkerer Vergrößerung gewährleistet ist.

Die ausgewählten Sterne wurden am lichtelektrischen Photometer mit derselben Spaltbreite wie die Eichfelder 3mal (von 3 verschiedenen Beobachtern) vermessen und ihre Helligkeiten mit den Mittelwerten der Brüche  $\frac{G-A}{G}$  aus den Schwärzungskurven bestimmt. Da es sich immer nur um ganz kleine Flächen handelte (höchstens einige Millimeter), auf denen die Sterne der Wolke und ihrer Umgebung lagen, brauchte eine Reduktion auf das Zentrum der Platte nicht angebracht zu werden.



### 5. Die Genauigkeit der mittleren Helligkeiten

Da jeder Stern im Durchschnitt auf 2 Platten vermessen wurde, konnte aus den Abweichungen vom Mittelwert der mittlere Fehler der Mittelwerte abgeleitet werden. Es ergaben sich folgende Werte:

#### Mittlerer Fehler der mittleren Helligkeiten

|                        |             |       |
|------------------------|-------------|-------|
| Milchstraßenfeld VI:   | Blau = 0.13 |       |
|                        | Rot = 0.08  |       |
| Milchstraßenfeld VII:  | Blau = 0.11 |       |
|                        | Gelb = 0.08 |       |
| Milchstraßenfeld VIII: | Blau = 0.11 |       |
|                        | Gelb = 0.07 |       |
| Milchstraßenfeld IX:   | Blau = 0.16 | 0.20* |
|                        | Gelb = 0.11 | 0.12* |
|                        | Rot = 0.14  |       |

### 6. Die Farbindizes für die einzelnen Dunkelwolken

Die folgende Tabelle enthält für jedes Dunkelfeld die mittleren B-G-R-Helligkeiten der innerhalb (I) und außerhalb (A) der Wolke vermessenen Sterne sowie die Farbindizes  $FI_{bg}$  und  $FI_{br}$  für den Mittelwert aller Sterne innerhalb und außerhalb der Wolke. Sie enthält

#### Milchstraßenfeld VI

|                                   |   | D.W. 4 | D.W. 5 | D.W. 6 | D.W. 7 | D.W. 8 | D.W. 10 | D.W. 11 | D.W. 12 | D.W. 13 |
|-----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Sternzahl. . . . .                | I | 14     | 17     | 15     | 12     | 28     | 16      | 31      | 28      | 74      |
|                                   | A | 12     | 16     | 18     | 11     | 36     | 14      | 47      | 29      | 70      |
| I Mittlere Helligkeit             | B | 13.50  | 13.44  | 13.07  | 13.02  | 13.52  | 13.46   | 13.03   | 13.41   | 13.01   |
|                                   | G | 12.56  | 12.37  | 12.42  | 12.22  | 12.31  | 12.18   | 12.18   | 12.35   | 11.77   |
|                                   | R | 12.27  | 12.30  | 12.14  | 11.90  | 12.16  | 12.13   | 12.09   | 12.35   | —       |
| A Mittlere Helligkeit             | B | 13.15  | 13.10  | 12.52  | 12.29  | 13.08  | 12.97   | 12.93   | 12.90   | 12.59   |
|                                   | G | 12.35  | 12.25  | 12.12  | 11.89  | 12.23  | 12.01   | 12.03   | 12.14   | 11.61   |
|                                   | R | 12.24  | 12.18  | 11.88  | 11.68  | 12.11  | 12.15   | 11.92   | 12.27   | —       |
| $FI_{bg}$ . . . . .               | I | 0.94   | 1.06   | 0.65   | 0.80   | 1.21   | 1.28    | 0.85    | 1.06    | 1.24    |
|                                   | A | 0.80   | 0.85   | 0.40   | 0.40   | 0.85   | 0.96    | 0.90    | 0.76    | 0.98    |
| $FI_{bg}^i - FI_{bg}^a$ . . . . . |   | 0.14   | 0.21   | 0.25   | 0.40   | 0.36   | 0.32    | -0.05   | 0.30    | 0.26    |
| $FI_{br}$ . . . . .               | I | 1.23   | 1.14   | 0.93   | 1.12   | 1.36   | 1.33    | 0.94    | 1.06    | —       |
|                                   | A | 0.91   | 0.92   | 0.64   | 0.62   | 0.97   | 0.82    | 1.01    | 0.63    | —       |
| $FI_{br}^i - FI_{br}^a$ . . . . . |   | 0.32   | 0.22   | 0.29   | 0.50   | 0.39   | 0.51    | -0.07   | 0.43    | —       |

\*) Diese beiden Zahlen beziehen sich auf die Überwachungsaufnahmen, die nicht abgeblendet und auf denen die Sternbilder besonders schlecht waren.

## Milchstraßenfeld VII

|                                                                           |   | D.W. 1 | D.W. 2 | D.W. 3 | D.W. 8 |
|---------------------------------------------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Sternzahl . . . . .                                                       | I | 42     | 29     | 28     | 34     |
|                                                                           | A | 33     | 37     | 28     | 31     |
| I Mittlere Helligkeit . . . . .                                           | B | 12.71  | 13.18  | 12.80  | 12.85  |
|                                                                           | G | 12.13  | 12.30  | 11.95  | 12.27  |
|                                                                           | R | 11.59  | 11.69  | 11.32  | 11.70  |
| A Mittlere Helligkeit . . . . .                                           | B | 12.47  | 12.93  | 12.78  | 12.57  |
|                                                                           | G | 11.95  | 12.17  | 12.03  | 12.06  |
|                                                                           | R | 11.48  | 11.66  | 11.51  | 11.54  |
| FI. <sub>bg</sub> . . . . .                                               | I | 0.58   | 0.87   | 0.85   | 0.58   |
|                                                                           | A | 0.52   | 0.76   | 0.75   | 0.51   |
| FI. <sub>bg</sub> <sup>i</sup> — FI. <sub>bg</sub> <sup>a</sup> . . . . . |   | 0.06   | 0.11   | 0.10   | 0.07   |
| FI. <sub>br</sub> . . . . .                                               | I | 1.13   | 1.49   | 1.48   | 1.15   |
|                                                                           | A | 0.99   | 1.27   | 1.27   | 1.03   |
| FI. <sub>br</sub> <sup>i</sup> — FI. <sub>br</sub> <sup>a</sup> . . . . . |   | 0.14   | 0.22   | 0.21   | 0.12   |

## Milchstraßenfeld VIII

|                                                                           |   | D.W. 2 | D.W. 5 | D.W. 6 | D.W. 7 | D.W. 8 | D.W. 9 |
|---------------------------------------------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sternzahl . . . . .                                                       | I | 23     | 22     | 17     | 14     | 30     | 32     |
|                                                                           | A | 22     | 24     | 17     | 14     | 32     | 33     |
| I Mittlere Helligkeit . . . . .                                           | B | 12.87  | 13.01  | 13.31  | 13.62  | 12.57  | 12.72  |
|                                                                           | G | 11.61  | 11.74  | 12.04  | 12.11  | 11.59  | 11.63  |
|                                                                           | R | 11.34  | 11.65  | 11.91  | 12.08  | 11.52  | 11.49  |
| A Mittlere Helligkeit . . . . .                                           | B | 12.51  | 12.38  | 12.82  | 13.12  | 12.19  | 12.51  |
|                                                                           | G | 11.46  | 11.56  | 11.95  | 12.00  | 11.50  | 11.47  |
|                                                                           | R | 11.25  | 11.44  | 11.75  | 11.76  | 11.30  | 11.38  |
| FI. <sub>bg</sub> . . . . .                                               | I | 1.26   | 1.27   | 1.27   | 1.51   | 0.99   | 1.09   |
|                                                                           | A | 1.05   | 0.82   | 0.87   | 1.12   | 0.68   | 1.04   |
| FI. <sub>bg</sub> <sup>i</sup> — FI. <sub>bg</sub> <sup>a</sup> . . . . . |   | 0.21   | 0.45   | 0.40   | 0.39   | 0.31   | 0.05   |
| FI. <sub>br</sub> . . . . .                                               | I | 1.53   | 1.36   | 1.40   | 1.53   | 1.05   | 1.23   |
|                                                                           | A | 1.26   | 0.94   | 1.07   | 1.36   | 0.89   | 1.13   |
| FI. <sub>br</sub> <sup>i</sup> — FI. <sub>br</sub> <sup>a</sup> . . . . . |   | 0.27   | 0.42   | 0.33   | 0.17   | 0.16   | 0.10   |



## Milchstraßenfeld IX

|                                                                           | D.W. 1 | D.W. 2 | D.W. 3 | D.W. 4 | D.W. 5 | D.W. 6 | D.W. 7 |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Sternzahl . . . . . I                                                     | 31     | 18     | 27     | 11     | 29     | 21     | 17     |
| A                                                                         | 33     | 24     | 34     | 15     | 29     | 25     | 17     |
| B                                                                         | 11.80  | 12.37  | 12.41  | 12.99  | 12.50  | 12.56  | 12.94  |
| I Mittlere Helligkeit . . . . G                                           | 11.36  | 11.76  | 11.98  | 12.26  | 11.83  | 11.81  | 12.13  |
| R                                                                         | 10.71  | 11.33  | 11.48  | 11.72  | 11.23  | 11.19  | 11.66  |
| B                                                                         | 11.82  | 12.15  | 11.93  | 12.22  | 12.05  | 12.15  | 12.18  |
| A Mittlere Helligkeit . . . . G                                           | 11.41  | 11.57  | 11.70  | 12.00  | 11.57  | 11.71  | 11.67  |
| R                                                                         | 10.95  | 11.14  | 11.27  | 11.25  | 11.05  | 11.08  | 11.34  |
| FI. <sub>bg</sub> . . . . . I                                             | 0.44   | 0.61   | 0.43   | 0.73   | 0.67   | 0.74   | 0.80   |
| A                                                                         | 0.41   | 0.58   | 0.23   | 0.22   | 0.48   | 0.44   | 0.51   |
| FI. <sub>bg</sub> <sup>i</sup> — FI. <sub>bg</sub> <sup>a</sup> . . . . . | 0.03   | 0.03   | 0.20   | 0.51   | 0.19   | 0.30   | 0.29   |
| FI. <sub>br</sub> . . . . . I                                             | 1.09   | 1.04   | 0.93   | 1.27   | 1.27   | 1.37   | 1.28   |
| A                                                                         | 0.87   | 1.01   | 0.66   | 0.96   | 1.00   | 1.07   | 0.84   |
| FI. <sub>br</sub> <sup>i</sup> — FI. <sub>br</sub> <sup>a</sup> . . . . . | 0.22   | 0.03   | 0.27   | 0.31   | 0.27   | 0.30   | 0.44   |

außerdem die Differenz der Farbindizes dieser „mittleren Sterne“ innerhalb und außerhalb der Wolke. Diese Differenz wäre der differentiellen Absorption innerhalb der Wolke gleichzusetzen, wenn der Spektraltypus des mittleren Sterns innerhalb und außerhalb der Wolke identisch wäre. Das ist aber bei der geringen Anzahl der Sterne in jeder Wolke und der willkürlichen Auswahl natürlich nicht der Fall. Dagegen könnte man für den Mittelwert aus allen Dunkelwolken eines Milchstraßenfeldes, der auf 150 bis 200 Sternen beruht, diese Annahme wohl machen, wenn die mittlere Helligkeit aller Sterne innerhalb und außerhalb der D.W. identisch wäre. Ist das nicht der Fall und besteht ein Gang der FI. mit der Helligkeit der Sterne, so muß zur Ableitung der mittleren selektiven Absorption die Korrektur wegen dieses Ganges noch berücksichtigt werden. Diese Korrekturen sind in späteren Abschnitten abgeleitet. In die Tabelle ist zunächst die Differenz  $FI.^i - FI.^a$  für die einzelnen D.W. aufgenommen.

## 7. Die Kurven der Farbindizes

Trägt man die Farbindizes als Funktionen der Helligkeit  $m_b$  in ein Koordinatennetz ein, so ergeben sich schwach gekrümmte, ansteigende Kurven. Für eine einzelne D.W. ist die Anzahl der Sterne und auch die Genauigkeit der FI. zu gering, um diese Kurve mit einiger Sicherheit festzulegen. Faßt man aber alle D.W. eines Milchstraßennetzes zusammen, so kann man die Kurven der FI. für alle Sterne außerhalb der Wolken schon recht sicher zeichnen oder nach der Methode der kleinsten Quadrate unter Zugrundelegung einer Potenzreihe darstellen, wenn man einige augenscheinlich dem Riesenast zugehörige Sterne ausschließt. Tut man dasselbe für alle Sterne innerhalb der D.W. eines Milchstraßen-

feldes, so findet man eine ganz ähnliche Kurve, die augenscheinlich durch Parallelverschiebung aus der Kurve „außerhalb“ erhalten werden kann.

Es ist hierbei zu beachten, daß diese Kurven aus zwei Gründen gegen den wahren Verlauf der Farbindices mit der Größenklasse verfälscht sein können. Die Rothelligkeiten  $m_r$  sind durch die Größenklasse 12.8 begrenzt, die Blauhelligkeiten  $m_b$  dagegen durch die Größenklasse  $m_b = 14.5$ . Es müssen deshalb in unserem Diagramm die kleinen Werte der RI der schwächsten Sterne fehlen, während die großen RI derselben noch vorhanden sind. Die Kurve der FI., die durch die Gesamtheit der Sterne gelegt wird, muß deshalb bei den schwachen Helligkeiten einen zu steilen Verlauf erhalten.

Für die Kurve der  $(RI)^i$  der Sterne innerhalb der Wolke gibt es noch eine andere Fehlerquelle, die bei vorhandener selektiver Absorption wirksam werden kann. Nehmen wir an, die Absorption in Blau betrage eine Größenklasse, diejenige in Rot eine halbe Größenklasse, dann sind die Grenzgrößen auf der Blau- und auf der Rotplatte innerhalb der D.W. um verschiedene Werte gegenüber den Sternen „außerhalb“ verschoben. Wären die Grenzgrößen identisch  $m_b = m_r = 14.5$ , so würden „außerhalb“ alle  $(RI)^a$  bis zum Werte 0 vertreten sein, „innerhalb“ bis zum Werte  $(RI)^i = -0.5$ . Das Ende der  $(RI)$ -Kurve „innerhalb“ wäre gegenüber derjenigen „außerhalb“ systematisch verfälscht. Da die Grenzgrößen sich aber für unsere Platten um 1.7 Größenklasse unterscheiden, so spielt diese Verfälschung der Kurve „innerhalb“ gegenüber derjenigen „außerhalb“ bei den kleinen Beträgen der selektiven Absorption keine Rolle.

Da die Grenzhelligkeiten in jeder Farbe und das Auswahlprinzip für die Sterne innerhalb und außerhalb der Wolken identisch sind, so dürfen wir annehmen, daß die FI.-Kurve für die Sterne innerhalb sich von derjenigen außerhalb nur infolge der Absorption unterscheidet.

Betrachten wir den einfachsten Fall, der für unser Beobachtungsmaterial meistens verwirklicht ist, daß die FI.-Kurve der Sterne „außerhalb“ durch eine Parabel 2. Grades mit vertikaler Achse darstellbar ist

$$(RI)^a = m_b - m_r = a + bm_b + cm_b^2. \quad (1)$$

Die Helligkeiten der Sterne „innerhalb“ sind, das wollen wir hier annehmen, alle um den gleichen Betrag der Gesamtaborption innerhalb der Wolke geschwächt,

$$\begin{aligned} m_b^i &= m_b^a + \alpha_b \\ m_g^i &= m_g^a + \alpha_g \\ m_r^i &= m_r^a + \alpha_r \end{aligned} \quad (2)$$

wo  $\alpha$  die Absorptionsbeträge sind.

Die Ordinaten der FI.-Kurve unterscheiden sich um den Betrag der selektiven Absorption

$$\beta_r = \alpha_b - \alpha_r \text{ und } \beta_g = \alpha_b - \alpha_g. \quad (3)$$

Berechnet man deshalb die beiden Parabeln

$$\begin{aligned} (RI)^a &= a + bm_b + cm_b^2 \\ (RI)^i &= a' + b'm_b + c'm_b^2 \end{aligned} \quad (4)$$

aus den entsprechenden Diagrammen unabhängig voneinander, so muß sich die zweite durch Parallelverschiebungen um die Beträge  $\alpha_b$  längs der Abszissenachse und um



$\beta_r$  bzw.  $\beta_g$  längs der Ordinatenachse aus der ersten ergeben, d. h. es muß die Gleichung bestehen

$$(RI) + \beta_r = a + b(m_b + \alpha_b) + c(m_b + \alpha_b)^2$$

die mit der Parabel „innerhalb“

$$(RI) - a' - b'm_b - c'm_b^2 = 0$$

identisch sein muß.

Durch Gleichsetzung der Koeffizienten bei  $m_b$  und  $m_b^2$  erhält man

$$\left. \begin{aligned} \alpha_b &= \frac{b' - b}{2c} \\ \beta_r &= a - a' + b\alpha_b + c\alpha_b^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$c = c'. \quad (6)$$

Wir sehen, daß die Koeffizienten  $c'$  und  $c$  der beiden Parabeln identisch sein müssen. Wenn sie sich bei einer unabhängigen Ableitung der Koeffizienten beider Kurven verschieden ergeben, so liegt das an der Unsicherheit derselben und wir sind berechtigt den Mittelwert der beiden  $c$  anzusetzen und mit ihm die beiden Unbekannten  $\alpha_b$  und  $\beta_r$  neu zu bestimmen.

Aus (3) folgt aber

$$\alpha_r = \alpha_b - \beta_r \text{ und ebenso } \alpha_g = \alpha_b - \beta_g, \quad (7)$$

d. h. diese Verschiebungsmethode ergibt die Werte der Totalabsorption in allen drei Farben.

Die Methode müßte bei beliebiger Form der FI.-Kurve anwendbar sein. Wir haben es nur noch mit einer Parabel 3. Grades zu tun gehabt von der Form:

$$FI. = a + bm_b + cm_b^2 + dm_b^3, \quad (8)$$

die einen Wendepunkt enthält. Derselbe trat in beiden Kurven „außerhalb“ und „innerhalb“ deutlich hervor und mußte bei der Parallelverschiebung zur Deckung gebracht werden. Setzt man hier in die Kurve „außerhalb“ wieder  $(RI) + \beta_r$  statt FI. und  $m_b + \alpha$  statt  $m_b$ , so ergibt sich

$$(RI) + \beta_r = a + b\alpha_b + c\alpha_b^2 + d\alpha_b^3 + m_b(b + 2c\alpha_b - 3d\alpha_b^2) + m_b^2(c + 3d\alpha_b) + dm_b^3 = 0,$$

was mit

$$(RI) = a' + b'm_b + c'm_b^2 + d'm_b^3$$

identisch sein muß. Durch Gleichsetzung der Koeffizienten bei den verschiedenen Potenzen von  $m$  erhält man

$$\left. \begin{aligned} a' &= a + b\alpha_b + c\alpha_b^2 + d\alpha_b^3 - \beta_r \\ b' &= b + 2c\alpha_b + 3d\alpha_b^2 \\ c' &= c + 3d\alpha_b \\ d' &= d \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Der Koeffizient bei  $m_b^3$  ist in beiden Parabeln identisch. Das ist die erste Bedingung für die Überführbarkeit derselben durch Parallelverschiebung.

Hieraus ergeben sich die Absorptionen

$$\left. \begin{aligned} \alpha_b &= \frac{c' - c}{3d} \\ \beta_r &= a - a' + b\alpha_b + c\alpha_b^2 + d\alpha_b^3 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Die zweite Gleichung (9) ist überzählig und gibt eine zweite Bedingung zwischen den Konstanten  $b, b', c, d$ , die erfüllt sein muß, wenn die beiden Kurven durch Parallelverschiebung ineinander überführbar sein sollen. Diese Bedingung schreiben wir in der Form

$$\Delta b = b' - b = \frac{c'^2 - c^2}{3d} = \frac{(c + c') \Delta c}{3d} = (c + c') \alpha_b. \quad (11)$$

Wenn beide Kurven „außerhalb“ und „innerhalb“ unabhängig voneinander aus den Beobachtungen berechnet werden, werden beide Bedingungen nicht streng erfüllt sein. Praktisch kann man dann so verfahren: Nachdem die Kurve „außerhalb“ aus den Beobachtungen berechnet ist, werden die Differenzen  $\text{FI}^i - \text{FI}^a$  für passend gewählte Werte von  $m_b$  zwischen der berechneten Kurve  $\text{FI}^a$  und der durch Kurvenzug dargestellten Kurve  $\text{FI}^i$  entnommen. Dieselben müssen der Gleichung genügen:

$$\begin{aligned} \text{FI}^i - \text{FI}^a &= \Delta a + m \Delta b + m^2 \Delta c \\ &= \Delta a + \frac{m(2c + \Delta c)}{3d} + m^2 \Delta c \end{aligned}$$

und bei der Vernachlässigung des quadratischen Gliedes

$$= \Delta a + \Delta c \left( m^2 + m \frac{2c}{3d} \right), \quad (12)$$

wo beide Bedingungen der Überführbarkeit erfüllt sind. Die Gleichung (12) bestimmt, auf mehrere Werte  $m$  angewandt,  $\Delta a$  und  $\Delta c$ , die Gleichungen (10) daraus  $\alpha_r$  und  $\beta_r$ .

## 8. Die mittleren FI.-Kurven

Für jedes der 4 Milchstraßenfelder werden so mittlere FI.-Kurven in Gelb und Rot für alle Sterne außerhalb der D.W. und für alle Sterne innerhalb berechnet. Die Zusammenfassung der Sterne außerhalb erweckt keinerlei Bedenken; weil die D.W. eines Milchstraßenfeldes alle in ein eng begrenztes Gebiet der Milchstraße fallen und die allgemeine Absorption für sie als identisch angesehen werden kann. Das Zusammenfassen der Sterne innerhalb der Wolken (mit Ausnahme des Kohlensackes), die doch verschiedene Absorptionsträge haben können, war eine Notwendigkeit, weil die einzelnen D.W. zu wenig Sterne enthalten und wir zunächst die Verschiebungsmethode erproben und mittlere Absorptionsträge für die nahe aneinander gelegenen und dem Anschein nach gleichartigen D.W. erhalten wollten. Die FI. wurden zu Gruppen von 20 bis 30 Sternen mit fortschreitender Größenklasse gemittelt und mit den erhaltenen 6 bis 7 Punkten nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichste Parabel berechnet. Wie die folgende Zusammen-



stellung der Kurven und der aus ihnen abgeleiteten mittleren Absorptionen  $\alpha_b$  und  $\beta_g, \beta_r$  zeigt, sind die Parabeln „innerhalb“ und „außerhalb“ nur wenig voneinander verschieden und die entsprechenden mittleren Absorptionen nur klein. Die Werte sind aber trotzdem reell und nur wegen ihrer Kleinheit unsicher bestimmt. Zur Illustration wird der Verlauf beider Kurven in der Abb. 1 für das Milchstraßenfeld IX dargestellt.

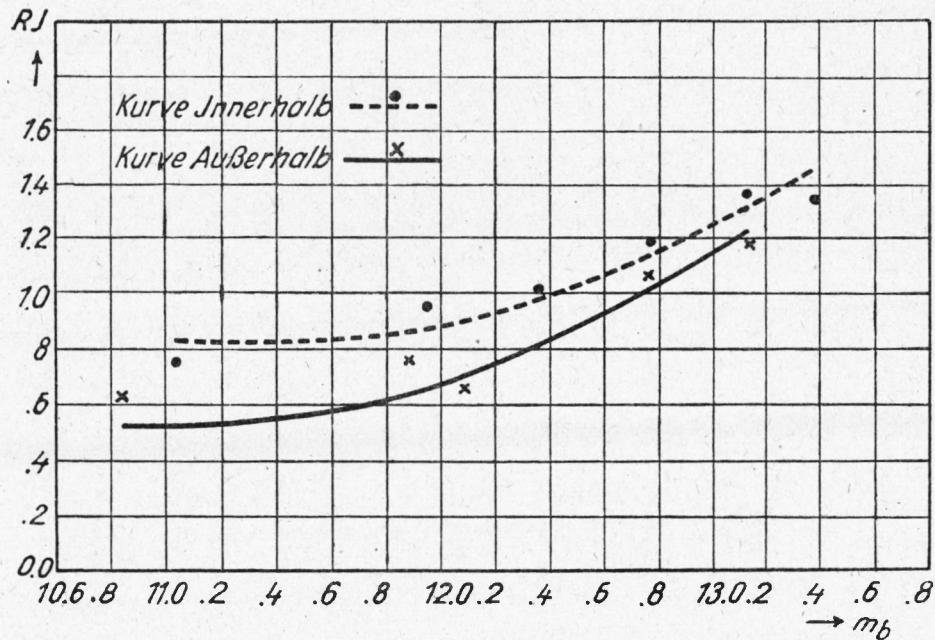


Abb. 1.

## Die FI.-Kurven

## Milchstraßenfeld VI

$$(GI)^a = 4.8078 - 0.9824 m_b + 0.0519 m_b^2$$

$$(GI)^i = 5.4118 - 1.0230 m_b + 0.0519 m_b^2$$

| Punkte | $m_b^a$ | $(GI)^a$ | B — R | $m_b^i$ | $(GI)^i$ | B — R |
|--------|---------|----------|-------|---------|----------|-------|
| 1      | 11.93   | 0.45     | —0.02 | 12.59   | 0.77     | +0.01 |
| 2      | 12.42   | 0.67     | +0.06 | 13.24   | 1.01     | +0.04 |
| 3      | 12.80   | 0.67     | —0.07 | 13.51   | 0.99     | —0.07 |
| 4      | 13.14   | 0.90     | +0.04 | 13.71   | 1.13     | —0.01 |
| 5      | 13.36   | 0.90     | —0.05 | 14.11   | 1.35     | +0.04 |
| 6      | 13.79   | 1.14     | +0.01 |         |          |       |

$$\alpha_g = 0.39$$

$$\beta_g = 0.21$$

$$(RI)^a = 7.3295 - 1.4256 m_b + 0.0714 m_b^2$$

$$(RI)^i = 8.5565 - 1.5098 m_b + 0.0714 m_b^2$$

| Punkte | $m_b^a$ | $(RI)^a$ | B — R | $m_b^i$ | $(RI)^i$ | B — R |
|--------|---------|----------|-------|---------|----------|-------|
| 1      | 11.84   | 0.46     | 0.00  | 12.21   | 0.74     | -0.03 |
| 2      | 12.46   | .65      | 0.00  | 12.89   | 0.99     | +0.03 |
| 3      | 12.93   | .93      | +0.10 | 13.32   | 1.20     | +0.09 |
| 4      | 13.03   | .81      | -0.07 | 13.45   | 1.11     | -0.06 |
| 5      | 13.33   | .98      | -0.03 | 13.62   | 1.14     | -0.10 |
| 6      | 13.77   | 1.26     | +0.02 | 14.05   | 1.47     | +0.03 |

$$\alpha_r = 0.59$$

$$\beta_r = 0.36$$

## Milchstraßenfeld VII

$$(GI)^a = 13.6880 - 2.2468 m_b + 0.0956 m_b^2$$

$$(GI)^i = 14.1684 - 2.2841 m_b + 0.0956 m_b^2$$

| Punkte | $m_b^a$ | $(GI)^a$ | B — R | $m_b^i$ | $(GI)^i$ | B — R |
|--------|---------|----------|-------|---------|----------|-------|
| 1      | 10.49   | 0.57     | -0.07 | 10.63   | 0.72     | +0.03 |
| 2      | 11.63   | 0.64     | +0.15 | 11.60   | 0.49     | -0.04 |
| 3      | 12.24   | 0.42     | -0.09 | 12.70   | 0.74     | +0.17 |
| 4      | 12.92   | 0.65     | +0.03 | 13.03   | 0.57     | -0.06 |
| 5      | 13.18   | 0.59     | -0.09 | 13.24   | 0.53     | -0.15 |
| 6      | 13.63   | 0.85     | +0.03 | 13.76   | 0.95     | +0.11 |

$$\alpha_g = 0.20$$

$$\beta_g = 0.04$$

$$(RI)^a = 16.2952 - 2.7278 m_b + 0.1199 m_b^2$$

$$(RI)^i = 17.4910 - 2.8146 m_b + 0.1199 m_b^2$$

| Punkte | $m_b^a$ | $(RI)^a$ | B — B | $m_b^i$ | $(RI)^i$ | B — R |
|--------|---------|----------|-------|---------|----------|-------|
| 1      | 11.16   | 0.82     | +0.03 | 11.27   | 0.95     | -0.05 |
| 2      | 11.90   | 0.82     | +0.01 | 11.88   | 0.96     | -0.02 |
| 3      | 12.34   | 0.84     | -0.05 | 12.57   | 1.21     | +0.15 |
| 4      | 12.80   | 1.10     | +0.08 | 12.97   | 1.28     | +0.12 |
| 5      | 13.12   | 1.26     | +0.12 | 13.09   | 1.08     | -0.11 |
| 6      | 13.23   | 1.12     | -0.07 | 13.27   | 1.10     | -0.15 |
| 7      | 13.54   | 1.35     | +0.01 | 13.61   | 1.32     | -0.07 |

$$\alpha_r = 0.36$$

$$\beta_r = 0.19$$

## Milchstraßenfeld VIII

$$(GI)^a = 30.0523 - 5.0706 m_b + 0.2187 m_b^2$$

$$(GI)^i = 30.7610 - 5.1250 m_b + 0.2187 m_b^2$$

| Punkte | $m_b^a$ | $(GI)^a$ | B — R | $m_b^i$ | $(GI)^i$ | B — R |
|--------|---------|----------|-------|---------|----------|-------|
| 1      | 11.13   | 0.76     | +0.05 | 10.66   | 0.82     | -0.16 |
| 2      | 11.72   | 0.66     | -0.01 | 11.58   | 0.86     | +0.12 |
| 3      | 12.12   | 0.61     | -0.11 | 12.35   | 0.89     | +0.07 |
| 4      | 12.53   | 0.84     | -0.01 | 12.88   | 0.97     | -0.06 |
| 5      | 12.99   | 1.06     | -0.03 | 13.45   | 1.35     | -0.04 |
| 6      | 13.70   | 1.59     | -0.04 | 14.17   | 1.98     | -0.07 |

$$\alpha_g = 0.12$$

$$\beta_g = 0.08$$



$$\begin{aligned} \langle \text{RI} \rangle^a &= 4.5727 - 1.0438 m_b + 0.0605 m_b^2 \\ \langle \text{RI} \rangle^i &= 5.0411 - 1.0735 m_b + 0.0605 m_b^2 \end{aligned}$$

| Punkte | $m_b^a$ | $\langle \text{RI} \rangle^a$ | B — B | $m_b^i$ | $\langle \text{RI} \rangle^i$ | B — R |                   |
|--------|---------|-------------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------|-------------------|
| 1      | 11.25   | 0.51                          | +0.03 | 11.17   | 0.57                          | —0.03 |                   |
| 2      | 11.76   | 0.63                          | —0.03 | 12.05   | 0.99                          | +0.10 |                   |
| 3      | 12.27   | 0.86                          | —0.01 | 12.73   | 1.15                          | —0.03 | $\alpha_r = 0.25$ |
| 4      | 12.64   | 1.14                          | +0.09 | 13.17   | 1.39                          | —0.01 | $\beta_r = 0.21$  |
| 5      | 12.94   | 1.25                          | +0.05 | 13.44   | 1.44                          | —0.10 |                   |
| 6      | 13.12   | 1.18                          | —0.11 | 13.78   | 1.75                          | +0.01 |                   |
| 7      | 13.69   | 1.65                          | +0.03 | 14.27   | 2.10                          | +0.06 |                   |

## Milchstraßenfeld IX

$$\begin{aligned} \langle \text{GI} \rangle^a &= 13.4479 - 2.5794 m_b + 0.1236 m_b^2 \\ \langle \text{GI} \rangle^i &= 15.1180 - 2.7114 m_b + 0.1236 m_b^2 \end{aligned}$$

| Punkte | $m_b^a$ | $\langle \text{GI} \rangle^a$ | B — R | $m_b^i$ | $\langle \text{GI} \rangle^i$ | B — R |                   |
|--------|---------|-------------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------|-------------------|
| 1      | 10.35   | —0.03                         | —0.02 | 10.42   | 0.31                          | +0.02 |                   |
| 2      | 11.22   | +0.06                         | —0.01 | 11.60   | 0.26                          | —0.04 |                   |
| 3      | 11.70   | +0.21                         | +0.02 | 12.18   | 0.38                          | —0.05 | $\alpha_g = 0.53$ |
| 4      | 12.20   | +0.40                         | +0.02 | 12.63   | 0.58                          | —0.01 | $\beta_g = 0.26$  |
| 5      | 12.73   | +0.68                         | +0.04 | 13.07   | 0.79                          | 0.00  |                   |
| 6      | 13.20   | +0.88                         | —0.06 | 13.40   | 1.00                          | +0.02 |                   |

$$\begin{aligned} \langle \text{RI} \rangle^a &= 18.3202 - 3.2429 m_b + 0.1478 m_b^2 \\ \langle \text{RI} \rangle^i &= 19.7264 - 3.3432 m_b + 0.1478 m_b^2 \end{aligned}$$

| Punkte | $m_b^a$ | $\langle \text{RI} \rangle^a$ | B — R | $m_b^i$ | $\langle \text{RI} \rangle^i$ | B — R |                   |
|--------|---------|-------------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------|-------------------|
| 1      | 10.81   | 0.63                          | +0.09 | 11.02   | 0.76                          | —0.07 |                   |
| 2      | 11.43   | 0.40                          | —0.16 | 11.95   | 0.96                          | +0.08 |                   |
| 3      | 11.88   | 0.76                          | +0.11 | 12.37   | 1.01                          | +0.02 | $\alpha_r = 0.34$ |
| 4      | 12.08   | 0.67                          | —0.04 | 12.79   | 1.19                          | +0.05 | $\beta_r = 0.29$  |
| 5      | 12.49   | 1.00                          | +0.13 | 13.13   | 1.35                          | +0.04 |                   |
| 6      | 12.76   | 1.04                          | +0.03 | 13.38   | 1.34                          | —0.11 |                   |
| 7      | 13.14   | 1.19                          | —0.04 |         |                               |       |                   |

## 9. Die Frequenzkurven der Farbindizes

Da die FI. sich um gewisse Werte häufen, besteht auch die Möglichkeit, eine Frequenzkurve derselben zu zeichnen. Vergleicht man dann die Frequenzkurve aller Sterne eines Milchstraßenfeldes, die außerhalb der D.W. liegen, mit einer anderen, die aus allen FI. innerhalb der D.W. gebildet ist, so müssen etwa vorhandene Maxima und Minima dieser Kurven um den Betrag der selektiven Absorption  $\beta_g$  bzw.  $\beta_r$  gegeneinander verschoben sein, wobei die Frequenzkurve „innerhalb“ die maximale bzw. minimale Häufigkeit bei

dem größeren FI. haben muß. Diese Vermutung erwies sich als voll bestätigt, wenn auch bei der geringen Anzahl der Sterne und der großen Streuung die Methode nur recht unsichere Ergebnisse geben kann. Wir haben die Sterne in Intervalle des FI. von 0.1 m eingeteilt, die Anzahl der Sterne summiert und die Summen durch Bildung von Dreiermitteln ausgeglichen, sodann nach dem FI. als Argument graphisch aufgetragen. In manchen Kurven traten 2 Maxima auf, in manchen war das Minimum ausgesprochener, das dann benutzt wurde. Die Ergebnisse, die weiter keine Verwendung gefunden haben und nur zur Kontrolle für die Verschiebungsmethode abgeleitet wurden, sind in dem folgenden Täfelchen zusammengefaßt und unter II mit dem Ergebnis der Verschiebungsmethode I zusammengestellt. Die Abb. 2 zeigt den Verlauf der Frequenzkurven der GI. für Feld VIII.

Mittlere selektive Absorption

| Feld | $\beta_g$ |      | $\beta_r$ |      |
|------|-----------|------|-----------|------|
|      | I         | II   | I         | II   |
| 6    | 0.21      | 0.25 | 0.36      | 0.50 |
| 7    | 0.04      | 0.00 | 0.19      | 0.13 |
| 8    | 0.08      | 0.25 | 0.21      | 0.22 |
| 9    | 0.26      | 0.25 | 0.29      | 0.22 |

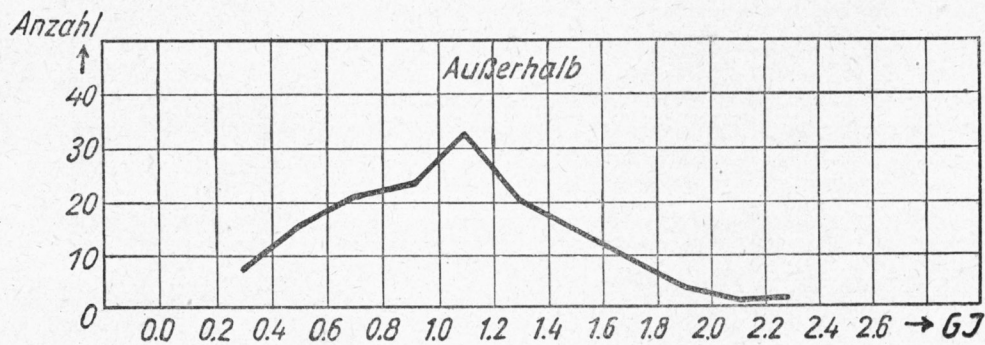
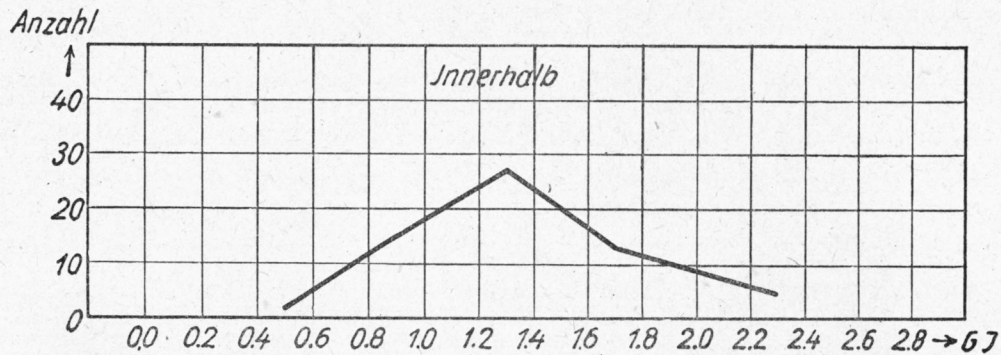


Abb. 2.



### 10. Die Absorptionen in den einzelnen Dunkelwolken

Die mittleren Absorptionsbeträge können durch den Umstand herabgedrückt sein, daß unter den vermessenen D.W. einige möglicherweise überhaupt keine Absorption besitzen, d. h. überhaupt keine Dunkelwolken sind, sondern nur auf unseren Platten diesen Eindruck erwecken, weil bei ihnen der Untergrund der nicht aufgelösten schwächsten Sterne wirklich fehlt. Es mußte deshalb der Versuch gemacht werden, über die Realität der einzelnen D.W. eine Entscheidung zu treffen und nach Möglichkeit individuelle Werte der Absorption abzuleiten. Diese Aufgabe wurde in folgender Weise durchgeführt. Es wurden die FI. der Sterne „innerhalb“ und „außerhalb“ für jede Wolke einzeln in derselben Weise aufgetragen, wie es für die Mittelwerte schon geschehen war. Die oben abgeleitete mittlere Parabel für die Kurve „außerhalb“ wurde in alle Diagramme der einzelnen D.W. eingetragen. Sie wurde auch mit Tinte auf einer Glasplatte eingezeichnet und diese dann so verschoben, daß sie sich möglichst gut dem Verlauf der FI. der Sterne innerhalb der Wolke anpaßte. Die Methode entspricht genau einer rechnerischen Ableitung einer Kurve „innerhalb“ aus der gegebenen Kurve „außerhalb“. Beide Methoden bedeuten ja nur, daß die zweite aus der ersten durch Parallelverschiebung erhalten wird. Streng genommen müßte der Weg der Rechnung für jede einzelne D.W. eingeschlagen werden, damit auch die Kurve „außerhalb“ aus den FI. der Umgebung der entsprechenden Wolke allein abgeleitet wäre. Dazu war aber die Anzahl der Sterne bei jeder einzelnen D.W. zu gering. Wenn dieselbe einen größeren Absorptionsbetrag aufweist als der Mittelwert, so war das durch ein systematisches Abweichen der FI. der innerhalb der Wolke gelegenen Sterne von dem Verlaufe der mittleren Kurve „innerhalb“ bemerkbar und man konnte so durch größere Verschiebung der Parabel die für diese Wolke gültigen individuellen Werte von  $\alpha_b$ ,  $\beta_g$  und  $\beta_r$  erhalten. In einzelnen wenigen Fällen waren die Korrekturen der Absorptionsbeträge negativ und so groß, daß man diesen den Wert 0 zuschreiben, d. h. die D.W. als nicht reell bezeichnen mußte.

Da diese Methode die mittlere Absorption zu korrigieren aber doch als sehr unsicher zu bezeichnen ist und bei verschiedenen Beobachtern abweichende Werte ergab, so wurde sie noch in folgender Weise variiert.

Trägt man die FI. in ein Diagramm mit dem Argument der  $m_g$  bzw. der  $m_r$  auf, so folgen sie anderen stärker gekrümmten Parabeln, weil die Gelb- und Rothelligkeiten der Sterne langsamer zunehmen und kleinere Grenzwerte erreichen als die Blauhelligkeiten. Auch diese Kurven „außerhalb“ und „innerhalb“ müssen durch Parallelverschiebung ineinander überführbar sein, und zwar ergibt die Verschiebung längs der Abszissenachse im Diagramm der Gelbindizes die Absorption in Gelb  $\alpha_g$ , im Diagramm der Rotindizes  $\alpha_r$ , während die Verschiebung längs der Ordinatenachsen die selektiven Absorptionen  $\beta_g$  bzw.  $\beta_r$  ergibt. Auf diese Weise erhält man unabhängige neue Werte für die Totalabsorptionen  $\alpha_b$ ,  $\alpha_g$ ,  $\alpha_r$ , denn

$$\alpha_b = \alpha_g + \beta_g \text{ und } \alpha_b = \alpha_r + \beta_r.$$

Bei der Mittelbildung erhielten aber die aus den letztgenannten Diagrammen abgeleiteten Absorptionswerte nur halbes Gewicht, weil die ersten Diagramme sicherere Verschiebungen gestatteten. In den Tabellen sind die Absorptionsbeträge nach den 3 Arten der

Zusammenstellung der Absorptionsbeträge  $\alpha_b$ ,  $\alpha_g$ ,  $\alpha_r$ 

## Milchstraßenfeld VI

| D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen | D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen |
|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|
|      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |
| 4    | $\alpha_b$ | 0.69    | 0.44    | 0.57   | .92             | 10   | $\alpha_b$ | 0.70    | 0.41    | 0.58   | .70             |
|      | $\alpha_g$ | .51     | .28     | .43    | .53             |      | $\alpha_g$ | .27     | —       | .27    | .33             |
|      | $\alpha_r$ | .25     |         | .24    | .45             |      | $\alpha_r$ | .20     | —       | .19    | .27             |
| 5    | $\alpha_b$ | 0.62    | 0.57    | 0.59   | .66             | 11   | $\alpha_b$ | 0.34    | 0.34    | 0.34   | .37             |
|      | $\alpha_g$ | .32     | .36     | —      | .33             |      | $\alpha_g$ | .19     | —       | .19    | .25             |
|      | $\alpha_r$ | .26     | —       | .27    | .26             |      | $\alpha_r$ | .16     | —       | .17    | .17             |
| 6    | $\alpha_b$ | 0.71    | 0.61    | 0.65   | .73             | 12   | $\alpha_b$ | 0.69    | 0.34    | 0.52   | .29             |
|      | $\alpha_g$ | .69     | .53     | .64    | .39             |      | $\alpha_g$ | .48     | .18     | .38    | .17             |
|      | $\alpha_r$ | .48     | —       | .44    | .33             |      | $\alpha_r$ | .39     | —       | .32    | .12             |
| 7    | $\alpha_b$ | 0.43    | 0.28    | 0.37   | .74             | 13   | $\alpha_b$ | 0.70    |         | 0.70   | 1.18            |
|      | $\alpha_g$ | .30     | .25     | .28    | .39             |      | $\alpha_g$ | .44     |         | .44    | .41             |
|      | $\alpha_r$ | .13     | —       | .12    | .39             |      | $\alpha_r$ | —       |         | —      | —               |
| 8    | $\alpha_b$ | 0.69    | 0.34    | 0.56   | .48             |      |            |         |         |        |                 |
|      | $\alpha_g$ | .28     | .08     | .21    | .17             |      |            |         |         |        |                 |
|      | $\alpha_r$ | .19     | —       | .14    | .19             |      |            |         |         |        |                 |

## Milchstraßenfeld VII

| D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen | D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen |
|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|
|      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |
| 1    | $\alpha_b$ | 0.30    | 0.40    | 0.35   | .40             | 3    | $\alpha_b$ | 0.32    | 0.30    | 0.30   | .47             |
|      | $\alpha_g$ | .25     | .36     | .29    | .13             |      | $\alpha_g$ | .21     | .21     | .21    | .15             |
|      | $\alpha_r$ | .20     | —       | .24    | .34             |      | $\alpha_r$ | .14     | —       | .13    | .30             |
| 2    | $\alpha_b$ | 0.46    | 0.26    | 0.38   | .24             | 8    | $\alpha_b$ | 0.41    | 0.29    | 0.36   | .43             |
|      | $\alpha_g$ | .22     | .12     | .19    | .13             |      | $\alpha_g$ | .36     | .27     | .33    | .19             |
|      | $\alpha_r$ | .22     | —       | .17    | .35             |      | $\alpha_r$ | .31     | —       | .27    | .34             |

## Milchstraßenfeld VIII

| D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen | D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen |
|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|
|      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |
| 2    | $\alpha_b$ | 0.40    | 0.56    | 0.42   | .47             | 7    | $\alpha_b$ | 0.45    | 0.54    | 0.44   | .28             |
|      | $\alpha_g$ | .23     | .40     | .29    | .22             |      | $\alpha_g$ | .40     | .42     | .41    | .22             |
|      | $\alpha_r$ | .13     | —       | .12    | .41             |      | $\alpha_r$ | .34     | —       | .29    | .17             |
| 5    | $\alpha_b$ | 0.42    | 0.52    | 0.40   | .53             | 8    | $\alpha_b$ | 0.38    | 0.46    | 0.38   | .86             |
|      | $\alpha_g$ | .34     | .40     | .36    | .29             |      | $\alpha_g$ | .34     | .42     | .37    | .40             |
|      | $\alpha_r$ | .32     | —       | .28    | .32             |      | $\alpha_r$ | .29     | —       | .27    | .42             |
| 6    | $\alpha_b$ | 0.35    | 0.40    | 0.35   | .43             | 9    | $\alpha_b$ | 0.15    | 0.18    | 0.15   | .11             |
|      | $\alpha_g$ | .28     | .40     | .32    | .15             |      | $\alpha_g$ | .10     | .18     | .13    | .16             |
|      | $\alpha_r$ | .24     | —       | .22    | .26             |      | $\alpha_r$ | .06     | —       | .07    | .21             |



## Milchstraßenfeld IX

| D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen | D.W. | Bl-Kurve   | Aus der |         | Mittel | Aus den Gründen |
|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|------|------------|---------|---------|--------|-----------------|
|      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |      |            | G-Kurve | R-Kurve |        |                 |
| 1    | $\alpha_b$ | 0.24    | 0.22    | 0.20   | 0.23 (1.09)     | 5    | $\alpha_b$ | 0.38    | 0.49    | 0.36   | .36             |
|      | $\alpha_g$ | .13     | .11     | —      | .13 (0.59)      |      | $\alpha_g$ | .28     | .33     | —      | .30             |
|      | $\alpha_r$ | .09     | —       | .05    | .08 (0.67)      |      | $\alpha_r$ | .25     | —       | .15    | .32             |
| 2    | $\alpha_b$ | 0.13    | 0.24    | 0.25   | 0.19 (1.29)     | 6    | $\alpha_b$ | 0.24    | 0.26    | —      | 0.25            |
|      | $\alpha_g$ | .08     | .06     | —      | .07 (0.60)      |      | $\alpha_g$ | .08     | .09     | —      | .08             |
|      | $\alpha_r$ | .04     | —       | .05    | .04 (0.72)      |      | $\alpha_r$ | .04     | —       | —      | .04             |
| 3    | $\alpha_b$ | 0.30    | 0.25    | 0.26   | 0.27 (0.71)     | 7    | $\alpha_b$ | 0.32    | 0.40    | 0.34   | 0.35            |
|      | $\alpha_g$ | .22     | .21     | —      | .22 (0.33)      |      | $\alpha_g$ | .19     | .22     | —      | .20             |
|      | $\alpha_r$ | .22     | —       | .15    | .20 (0.74)      |      | $\alpha_r$ | .11     | —       | .09    | .10             |
| 4    | $\alpha_b$ | 0.33    | 0.38    | —      | 0.35 .36        |      |            |         |         |        |                 |
|      | $\alpha_g$ | .23     | .21     | —      | .22 .43         |      |            |         |         |        |                 |
|      | $\alpha_r$ | .14     | —       | —      | .14 .32         |      |            |         |         |        |                 |

Diagramme und ihre Mittelwerte zusammengestellt. Es fehlen in ihnen diejenigen D.W., in denen keine Sterne meßbar waren, bei denen die Absorptionswerte nur aus der Helligkeit des Grundes abgeleitet werden konnten. In den letzten Spalten hinter den Mittelwerten sind noch die Totalabsorptionen angegeben, wie sie sich aus den Helligkeiten des Plattengrundes innerhalb und außerhalb der D.W. ergeben hatten.

Während die mittleren Beträge der  $\alpha_b$ ,  $\alpha_g$ ,  $\alpha_r$ , die aus den FI. nach der Verschiebungsmethode abgeleitet sind, innerhalb 0.1 m sicher sind, haben die aus der Helligkeit des Plattengrundes bestimmten Werte größere Fehler. Die Absorptionen in den sehr kleinen D.W. IX<sub>1</sub>, IX<sub>2</sub> und IX<sub>3</sub>, die sich auf die stark geschwärzten Teile des Milchstraßenfeldes IX innerhalb der hellen Sagittariuswolken projizieren, aus der Helligkeit des Grundes abzuleiten, war wohl möglich, ergab aber die ganz unsicheren eingeklammerten Werte. Bei dem starken Kontrast der Helligkeit spielt hier der Eberhard-Effekt eine bedeutende Rolle. Die Helligkeitsdifferenzen der Gründe innerhalb und außerhalb der D.W. haben hier unwahrscheinlich große Werte. Im allgemeinen sind die Absorptionen aus den Helligkeiten der Gründe etwas größer als diejenigen aus den FI. Ein plausibler Grund für diese Erscheinung ist darin zu sehen, daß die Helligkeit des Grundes auch an den Stellen größter Absorption gemessen wurde, während die durchscheinenden Sterne vorwiegend an den Stellen schwächerer Absorption, d. h. geringerer Dichte der D.W. erscheinen müssen.

Die D.W. VIII<sub>6</sub> und IX<sub>7</sub> sind identisch, was aber erst nach Abschluß der Rechnung bemerkt wurde. Die D.W. liegt auf beiden Milchstraßenfeldern in ganz verschiedenen Abständen vom Plattenzentrum und ist auch in ihrer Begrenzung, die immer nach dem Anblick der Platte mit bloßem Auge und im Blinkkomparator eingezeichnet wurde, auf den beiden Milchstraßenfeldern etwas verschieden. Die ausgewählten Vergleichssterne außerhalb der D.W. sind in beiden Fällen ganz andere, die Sterne innerhalb der D.W. auch nicht alle identisch. Die Beträge der Absorption aus den FI. stimmen aber innerhalb der erwarteten Grenzen überein.

Die Gesamtzahl der D.W. der letzten Zusammenstellung beträgt 26. Da aber die D.W. IX<sub>2</sub> und IX<sub>3</sub> mit je einem Absorptionsbetrage auftreten, während sie in Wirklichkeit 3 bzw. 4 kleine Einzelwolken sind, für die wegen der geringen Anzahl der durchscheinenden Sterne die Absorption für 3 bzw. 4 Wölkchen zusammengefaßt wurde, so ist die tatsächliche Anzahl der untersuchten D.W. um 5, also auf 31 zu erhöhen. Die genannte Zusammenfassung erweckt keinerlei Bedenken, weil die einzelnen Wölkchen dieselbe Schwärzung des Grundes aufweisen, von fast gleichem Durchmesser sind und sich auf ganz gleichartigem Grund projizieren.

### 11. Das Verfärbungsgesetz

Bezeichnet man den von der Wellenlänge unabhängigen Teil der Absorption durch  $a$  und stellt die Abhängigkeit von der Wellenlänge durch eine Potenz derselben dar, so gelten für jede Wolke die Gleichungen

$$\alpha_b = a + b\lambda_b^{-n}, \quad \alpha_g = a + b\lambda_g^{-n}, \quad \alpha_r = a + b\lambda_r^{-n}.$$

Wenn man dieselben für alle Wolken summiert und die Summen über  $\alpha_b$ ,  $\alpha_g$  und  $\alpha_r$  durch  $\bar{\alpha}_b$ ,  $\bar{\alpha}_g$ ,  $\bar{\alpha}_r$  bezeichnet, so gelten auch die Gleichungen

$$\bar{\alpha}_b = \bar{a} + \bar{b}\lambda_b^{-n}, \quad \bar{\alpha}_g = \bar{a} + \bar{b}\lambda_g^{-n}, \quad \bar{\alpha}_r = \bar{a} + \bar{b}\lambda_r^{-n}$$

und

$$\frac{\bar{\alpha}_b - \bar{\alpha}_g}{\bar{\alpha}_b - \bar{\alpha}_r} = \frac{\lambda_b^{-n} - \lambda_g^{-n}}{\lambda_b^{-n} - \lambda_r^{-n}}.$$

Mit den Zahlen der obigen Tafel wurde die letzte Gleichung auf graphischem Wege aufgelöst und ergab  $n = 1.27$ . Mit diesem Werte folgt aber für  $\bar{a}$  eine negative Zahl. Die Lösung mußte deshalb verworfen werden und bei Vernachlässigung von  $a$ , das nach unseren Beobachtungen jedenfalls gegenüber dem verfärbenden Gliede der Absorption verschwindend sein muß,  $n$  aus den Gleichungen

$$\left(\frac{\lambda_b}{\lambda_g}\right)^n = \frac{\bar{\alpha}_g}{\bar{\alpha}_b}, \quad \left(\frac{\lambda_b}{\lambda_r}\right)^n = \frac{\bar{\alpha}_r}{\bar{\alpha}_g}$$

bestimmt werden.

Auf diese Weise ergab sich aus den Absorptionswerten

$$\begin{array}{ll} \bar{\alpha}_b, \bar{\alpha}_g: & n = 1.46, \\ \bar{\alpha}_b, \bar{\alpha}_r: & n = 1.82. \end{array}$$

Verwendet man auch die  $\bar{\alpha}_b$ ,  $\bar{\alpha}_g$ ,  $\bar{\alpha}_r$ , wie sie sich aus den Helligkeiten der Gründe innerhalb und außerhalb der D.W. ergeben (letzte Spalte unserer Tabelle), indem man wegen der Unsicherheit der  $\alpha_g$  und  $\alpha_r$  dieselben mittelt und auf die mittlere effektive Wellenlänge  $\lambda = 583 \mu\mu$  bezieht, so erhält man  $n = 1.87$ . Diesem Wert können wir nur das halbe Gewicht gegenüber den beiden obigen geben. So ergibt sich endgültig für  $n$  der Wert

$$n = 1.69.$$

Eine vorhandene nicht verfärbende Absorption könnte diese Werte nur erhöhen.



## 12. Die Entfernungen der Dunkelwolken und ihre Flächeninhalte

Die Entfernungen der D.W. können nur aus der mittleren absoluten Größe der Sterne von gegebenem FI. geschätzt werden. Im Prinzip geben die FI.-Kurven der Sterne innerhalb und außerhalb der Wolke eine gute Möglichkeit der Bestimmung der Entfernung, die derjenigen der Wolfschen Methode der Sternanzahlen analog ist. Lassen beide FI.-Kurven (s. Abb. 1) sich genügend sicher durch eine große Anzahl von Sternen ziehen, so müssen die Vordergrundsterne, die innerhalb der Wolke liegen, auf die Kurve „außerhalb“ fallen. Die Kurve „innerhalb“ muß somit einen deutlichen Bruch aufweisen, indem sie bei einer bestimmten Grenzgröße auf die Kurve „außerhalb“ herabsinkt, um weiter bei den größeren Helligkeiten mit ihr zusammenzufallen. Bei genügender Tiefenausdehnung der Wolke müßte sich diese aus der Länge des Zwischenstückes sogar ablesen lassen. Praktisch wird die Anwendung dieser Methode nur bei großen D.W. mit einer sehr großen Anzahl genau bestimmter FI. anwendbar sein. Bei unseren kleinen D.W. waren oft gar keine, und wenn, so nur sehr wenige Vordergrundsterne vorhanden. Die wenigen Fälle, in denen in unseren FI.-Diagrammen der einzelnen D.W. die Vordergrundsterne deutlich hervortraten und zur Abschätzung der Entfernung benutzt wurden, sind im Abschnitt 13 bei der Beschreibung der D.W. erwähnt.

Die Methoden, die von uns in den meisten übrigen Fällen angewandt wurden, waren von dem Verlauf der FI.-Kurve abhängig. Hatte diese anfangs einen horizontalen Verlauf, der für die Sterne „innerhalb“ um den Betrag  $\beta_g$  bzw.  $\beta_r$  oberhalb der Kurve „außerhalb“ lag, so wurde der FI. und die Gr. Kl. der hellsten durchscheinenden Sterne abgelesen und aus ihm über den Spektraltyp die mittlere absolute Größe dieser Sterne bestimmt. War die FI.-Kurve aber, wie bei den D.W. des Milchstraßenfeldes VI, von Anfang an ansteigend, so waren die nächsten durchscheinenden Sterne schwieriger zu ermitteln. Wir benutzten dann die F. Beckerschen Häufigkeitsdiagramme der Spektraltypen der Sterne verschiedener Helligkeit und entnahmen die Größenklasse des auch in unseren Diagrammen häufigsten Spektraltypus bzw. häufigsten FI. Die Umwandlung der FI. in Spektraltypen wurde mit Hilfe des im Abschnitt 3 besprochenen Diagramms vollzogen.

Aus den Spektraltypen wurde die mittlere absolute Größe aus der bei v. d. Pahlen<sup>1</sup> gegebenen Tabelle entnommen. Dieselbe bedarf aber einer Korrektur wegen der interstellaren Absorption, da unsere D.W. alle sehr nahe zum galaktischen Äquator liegen. Die Werte für die totale und die selektive Absorption in Gelb und Rot wurden aus den vorhandenen Daten für die entsprechenden galaktischen Längen entnommen oder schätzungsweise angesetzt. Die ohne Absorption berechnete Entfernung und der ohne selektive Absorption entnommene Spektraltyp wurden mit diesen Daten korrigiert und die Rechnung wiederholt, bis keine Änderung der Entfernung mehr eintrat. So ergaben sich dann unsere geschätzten Entfernungen der D.W. Die benutzten Werte für interstellare Absorption und Verfärbung sind im Abschnitt 13 für jede D.W. angegeben. Die Entfernungen sind in der folgenden Tabelle, die die Koordinaten, Flächeninhalte und Abstände der D.W. enthält, in der letzten Spalte gegeben.

---

<sup>1</sup> Lehrbuch der Stellarstatistik. Leipzig 1937, S. 249.

## Die Koordinaten, Flächeninhalte und Entfernungen der D.W.

| D.W.   | $\alpha_{1875}$                 | $\delta_{1875}$ | Fläche<br>in $\square^\circ$ | Abstand<br>in pc | D.W.   | $\alpha_{1875}$                 | $\delta_{1875}$ | Fläche<br>in $\square^\circ$ | Abstand<br>in pc |
|--------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|--------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|
| VI, 4  | 11 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup> | — 60° 14'       | 0.118                        | 372              | VII 1  | 14 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> | — 59° 42'       | 0.892                        | 169              |
| VI, 5  | 11 7.5                          | — 58 41         | 0.068                        | 344              | VII, 2 | 14 31                           | — 56 13         | 0.183                        | 195              |
| VI, 6  | 11 43.2                         | — 61 40         | 0.093                        | 398              | VII, 3 | 14 38.9                         | — 57 45         | 0.268                        | 176              |
| VI, 7  | 11 24                           | — 60 16         | 0.059                        | 370              | VII, 8 | 14 4                            | — 56 57         | 0.661                        | 204              |
| VI, 8  | 11 2.5                          | — 61 38         | 0.238                        | 309              |        |                                 |                 |                              |                  |
| VI, 10 | 11 5.5                          | — 63 50         | 0.119                        | 299              |        |                                 |                 |                              |                  |
| VI, 11 | 11 23.5                         | — 63 48         | 0.673                        | 325              |        |                                 |                 |                              |                  |
| VI, 12 | 11 59                           | — 64 22         | 0.262                        | 328              |        |                                 |                 |                              |                  |
| VI, 13 | 12 27                           | — 64 42         | 1.655                        | 176              |        |                                 |                 |                              |                  |

| D.W.    | $\alpha_{1875}$                 | $\delta_{1875}$ | Fläche<br>in $\square^\circ$ | Abstand<br>in pc | D.W.   | $\alpha_{1875}$                 | $\delta_{1875}$ | Fläche<br>in $\square^\circ$ | Abstand<br>in pc |
|---------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|--------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------|
| VIII, 2 | 16 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> | — 42° 30'       | 0.506                        | 176              | IX, 1  | 17 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> | — 31° 9'        | 0.230                        | 212              |
| VIII, 5 | 17 4                            | — 40 18         | 0.894                        | 250              | IX, 1a | 17 58.2                         | — 30 36         | 0.010                        | 212              |
| VIII, 6 | 17 18                           | — 42 27         | 0.166                        | 230              | IX, 1b | 17 56.7                         | — 30 7          | 0.012                        | 212              |
| VIII, 7 | 16 47.2                         | — 49 17         | 0.100                        | 248              | IX, 1c | 18 0.6                          | — 30 27         | 0.017                        | 212              |
| VIII, 8 | 16 32.6                         | — 45 29         | 0.375                        | 280              | IX, 1d | 17 58.6                         | — 29 57         | 0.011                        | 212              |
| VIII, 9 | 16 41.6                         | — 39 16         | 0.409                        | 208              | IX, 2a | 19 59.8                         | — 27 34         | 0.054                        | 250              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 2b | 17 59.7                         | — 28 12         | 0.057                        | 250              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 2c | 18 3.0                          | — 28 25         | 0.021                        | 250              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 3a | 18 5.4                          | — 19 11         | 0.036                        | 239              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 3b | 18 8.0                          | — 18 13         | 0.028                        | 239              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 3c | 18 9.4                          | — 18 5          | 0.036                        | 239              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 3d | 18 12                           | — 17 58         | 0.032                        | 239              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 4  | 17 37.3                         | — 40 9          | 0.136                        | 339              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 5  | 17 41.8                         | — 43 51         | 0.494                        | 239              |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 6  | 17 53.5                         | — 41 18         | 0.165                        | 361 (309)        |
|         |                                 |                 |                              |                  | IX, 7  | 17 18.1                         | — 42 28         | 0.166                        | 223              |

## 13. Die Beschreibung der einzelnen Dunkelwolken

## Die Dunkelwolken des Milchstraßenfeldes VI

Die Entfernungen der D.W. dieses Feldes sind alle bei folgenden Annahmen über die totale und selektive galaktische Absorption berechnet:

$$\alpha_b = 1.00 \text{ m}, \alpha_g = 0.30 \text{ m}, \alpha_r = 0.20 \text{ m pro kpc.}$$

D.W. VI, 4 (Carina). Gut begrenzte runde Wolke an der Grenze der Carinasternwolke.

D.W. VI, 5 (Carina). Längliche, scharf begrenzte Wolke am Rande der Carinawolke.

D.W. VI, 6 (Centaurus). Kleine längliche Wolke auf sternreichem Grunde. 7 helle, möglicherweise Vordergrundsterne sind leider nicht gemessen worden, so daß der hellste Stern innerhalb der Wolke (11.8 m) schon hinter der Wolke liegt.

D.W. VI, 7 (Centaurus). Sehr kleine Wolke länglicher Form mit einigen hellen Sternen, die ebenfalls nicht vermessen sind.



- D.W. VI, <sub>8</sub> (Carina). Größere Wolke dreieckiger Form am Rande der Carinasternwolke, daher nur von einer Seite sternreich begrenzt, während der südliche Rand in ein weniger sternreiches Gebiet fällt. Er ist aber trotzdem durch die größere Helligkeit des Grundes gut erkennbar, Vordergrundsterne nicht vorhanden. Merkbare Verdichtung (Aufhellung) des Grundes nach der Mitte zu.
- D.W. VI, <sub>10</sub> (Carina). Längliche Wolke in sternärmerer Gegend gelegen. Es ist die südlichste der in diesem Felde untersuchten Wolken; sie hängt dem Aussehen nach mit den Wolken 8, 11, 12 zusammen. Sie ergibt auch wie alle diese Wolken eine kleinere Entfernung als die erste Gruppe der Wolken 4, 5, 6, 7, die in die hellen Sternwolken der Sternbilder Centaurus und Carina fallen.
- D.W. VI, <sub>11</sub> (Musca). Recht große längliche Wolke an der südlichen Grenze eines sternreichen Gebietes. Sie besteht eigentlich aus zwei Teilen, von denen der kleinere, nördliche Teil durch eine Brücke heller Sterne von dem längeren, südlichen Teil getrennt ist.
- D.W. VI, <sub>12</sub> (Musca). Lange schmale Wolke, gut begrenzt in sternreichem Gebiet der an den Kohlsack angrenzenden Sternwolke Crux-Musca.
- D.W. VI, <sub>13</sub> (Crux-Musca). Die Wolke bildet den südlichsten Teil der bekannten Dunkelwolke des Kohlsacks. Sie ist von dem größeren Teile desselben durch eine sterndichte Brücke getrennt und erweckt daher den Eindruck einer selbständigen D.W. Die übrigen Teile des Kohlsacks sind vom Zentrum der Platte zu weit entfernt und haben zu schlechte Sternbilder. Die Rotplatten konnten aus demselben Grunde auch für die südliche kleine D.W. nicht benutzt werden. Die Kurve der FI. hat hier sowohl für die Sterne innerhalb als außerhalb der Wolke einen ausgesprochenen Wendepunkt bei 13,1 m bzw. 12,4 m. Eine analytische Darstellung dieser Kurven durch eine Parabel 3. Grades war aber infolge ihrer besonderen Form nicht möglich. Darum wurde die Absorption hier auf graphischem Wege durch Verschiebung der ähnlich gezeichneten Kurven innerhalb und außerhalb erhalten. Eine Frequenzkurve der FI. ergab in Übereinstimmung mit der Verschiebungsmethode eine Selektivabsorption  $\beta_g = 0.2$  m; an ihrer Realität kann deshalb nicht gezweifelt werden. Die obere Grenze der Entfernung wurde aus den schwachen Hintergrundsternen, die auch die nächsten sind, bei derselben Annahme über interstellare Absorption wie für das ganze Feld VI, zu 176 pc bestimmt.

#### Die Dunkelwolken des Milchstraßenfeldes VII

Die Entfernungen der D.W. dieses Feldes sind alle mit den Absorptionswerten  $\alpha_b = 1.00$  m,  $\alpha_g = 0.30$  m,  $\alpha_r = 0.20$  m pro kpc für die galaktische Absorption berechnet worden.

- D.W. VII, <sub>1</sub> (Circinus). Die Wolke ist groß, ziemlich rund und von drei Seiten durch Sternfüllen gut begrenzt. Sie bildet das westliche Ende des großen Risses der südlichen Milchstraße, der sich über Scorpius und Norma bis zu  $\alpha$  Centauri erstreckt. Sie kann deshalb nicht mit Sicherheit als isolierte Wolke angesehen werden, wohl aber als eine Verdichtung in der den Riß bilden-

den Wolkenmasse. W. Trippe hat in seiner Arbeit<sup>1</sup> ein größeres Gebiet, in das unsere D.W. als Teil gehört, stellarstatistisch untersucht. Dasselbe zeigte übernormale Sternfülle gegenüber den Durchschnittsgebieten der Milchstraße, was natürlich kein Beweis gegen das Vorhandensein einer absorbierenden Wolke ist. Wir erhielten aus der FI.-Kurve und aus der Helligkeit der Gründe gut übereinstimmende Werte für die Absorption. Die Wolke hebt sich deutlich durch helleren Grund als D.W. von der umgebenden Sternfülle ab.

D.W. VII, <sub>2</sub> (Centaurus). Gut definierte kleine isolierte Wolke von ziemlich runder Begrenzung, wenn – wie es hier geschehen ist – nur der zentrale Teil mit ausgesprochen hellem Grunde zu ihr gerechnet wird. Vordergrundsterne sind nicht feststellbar. Die Hintergrundsterne ergeben als obere Grenze der Entfernung bei Berücksichtigung der galaktischen Absorption 195 pc. Die Wolke liegt dicht neben, aber außerhalb des von W. Trippe vermessenen Gebietes 1, das eine Absorption von 0.8 m aufweist. Sie ist jedenfalls ein losgelöster kleiner Teil des von Trippe vermessenen Gebietes.

D.W. VII, <sub>3</sub> (Circinus). Lange schmale Wolke an der anderen Seite und symmetrisch zur D.W. VII, <sub>1</sub> innerhalb desselben Risses der Milchstraße gelegen, der oben erwähnt wurde.

Durch die größere Helligkeit des Grundes hebt sie sich genügend scharf von der Umgebung ab und muß als losgelöste Verdichtung des genannten Risses aufgefaßt werden. Die Entfernung ist als Mittelwert aus derjenigen der Vordergrundsterne (158 pc) und den Hintergrundsternen (195) genügend sicher bestimmt worden. Die D.W. fällt in das von W. Trippe unter der Bezeichnung Dunkelgebiet 2 untersuchte Gebiet, für das er aus Sternzahlen eine durchschnittliche Absorption von 0.5 m gefunden hat.

D.W. VII, <sub>8</sub> (Centaurus). Die Wolke bildet den zentralen Teil des knieförmigen Risses in der Sternfülle nördlich von  $\alpha$  und  $\beta$  Centauri. Man kann sie als zentrale Verdichtung dieses Risses auffassen, den auch W. Trippe als Dunkelgebiet untersucht hat. Er fand für den ganzen Riß eine durchschnittliche Absorption von 0.8 m. Die von uns mit Rücksicht auf galaktische Absorption bestimmte Entfernung von 204 pc liegt nahe den anderen Werten für die D.W. dieses Feldes, ist aber, da nur aus Hintergrundsternen bestimmt, als obere Grenze aufzufassen.

Außer den vier besprochenen D.W. sind in diesem Milchstraßenfelde VII noch drei weitere Gebiete von uns untersucht worden, weil sie durch die größere Helligkeit des Grundes auffielen. Sie ergaben aber aus den Diagrammen der Farbindices keinerlei Absorption. Es sind das die Felder: D.W. VII, <sub>4</sub>  $\alpha = 14^{\text{h}} 50^{\text{m}}$ ,  $\delta = -61^{\circ} 30'$ , D.W. VII, <sub>6</sub>  $\alpha = 15^{\text{h}} 19^{\text{m}}$ ,  $\delta = 60^{\circ} 35'$ , D.W. VII, <sub>7</sub>  $\alpha = 14^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ ,  $\delta = -64^{\circ} 45'$ . Die Felder sind gut begrenzt und durch ihren hellen Grund auffällig. Wir halten es für möglich, daß sie wirklich Durch-

<sup>1</sup> W. Trippe und B. Jung, Photometrisch stellarstatistische Untersuchungen usw. Zeitschr. f. Astroph. 20. H. 2 (1940).



brüche in der Sternfülle des Hintergrundes sind; es kann aber auch sein, daß die Methode der FI. bei ihnen versagt. Bei der geringen Anzahl der Sterne innerhalb und außerhalb der Wolke kann es natürlich vorkommen, daß der mittlere Farbindex beider Gruppen in dem Sinne verschieden ist, daß die außerhalb gewählten Sterne zu einem späteren Spektraltypus gehören, wodurch sich die Verfärbung heraushebt.

Auffallend ist die nahe Übereinstimmung der Entfernungen der vier D.W. dieses Feldes, die auch mit der von uns bestimmten Entfernung des angrenzenden Kohlsacks nahe übereinstimmt. Im Gegensatz zu diesem und den anderen D.W. des Feldes VI hat die Kurve der Farbindizes hier zwischen 10.0 m und 13.0 m einen zur Abszissenachse fast parallelen Verlauf. Man konnte deshalb die hellsten durchscheinenden Sterne zur Bestimmung der oberen Grenze der Entfernung wählen.

Aus der Untersuchung von W. Trippe ließ sich nur feststellen, daß dort, wo Absorption in den Wolfschen Kurven feststellbar war, schon die Sterne 9.0 m hinter der Wolke liegen. Ihr mittlerer Spektraltypus konnte aber ebensogut Ao wie Go angenommen werden, was ganz verschiedene Entfernungen ergibt. Die von uns bestimmten Entfernungen liegen zwischen diesen Grenzen.

### Die Dunkelwolken des Milchstraßenfeldes VIII

Die Entfernungen der D.W. dieses Feldes sind alle mit den Absorptionswerten  $\alpha_b = 1.00$  m,  $\alpha_g = 0.30$  m,  $\alpha_r = 0.20$  m pro kpc für die galaktische Absorption berechnet worden.

D.W. VIII, <sub>2</sub> (Norma). Schwache runde Wolke, unscharf begrenzt, die wahrscheinlich nur eine Verdichtung in dem von B. Jung untersuchten Dunkelgebiet<sup>1</sup> darstellt. Unsere außerhalb der D.W. gemessenen Sterne liegen auch in diesem Gebiet. Daher ist die Absorption  $\alpha_b = 0.24$  m nur ein Teil der von B. Jung aus dem Vergleich mit mittleren Sternzahlen gefundenen Absorption von 0.8 m.

D.W. VIII, <sub>5</sub> (Scorpius). Große Wolke unregelmäßiger Gestalt zum Zuge der Wolken gehörend, die die Zweiteilung der Milchstraße in diesem Gebiete hervorrufen. Eine scharfe Umgrenzung fehlt. Die geringe Totalabsorption 0.15 m nach der Verschiebungsmethode und 0.53 m aus der Helligkeit der Gründe ist wie bei D.W. VIII, <sub>2</sub> wahrscheinlich dadurch bedingt, daß auch die Vergleichssterne in verdunkeltem Gebiet liegen. Nach Jung, der diese Wolke als Dunkelgebiet 7 stellarstatistisch untersucht hat, beträgt die Absorption etwa 0.6 m. Es scheinen zwei Verdichtungen in der Wolke vorhanden zu sein, in denen unsere Platten keine Hintergrundsterne aufweisen.

D.W. VIII, <sub>6</sub> (Scorpius). Scharf begrenzte D.W. unregelmäßiger Gestalt, die scheinbar ebenfalls zu den Nebelmassen gehört, welche die Gabelung der Milchstraße verursachen. Sie projiziert sich aber auf ein sternreiches Gebiet. Die nach der Verschiebungsmethode abgeleitete Absorption ist hier nicht

<sup>1</sup> l. c. S. 84. Abb. 5.

wesentlich kleiner als diejenige, die aus der Helligkeit der Gründe folgt (0.35 m gegen 0.43 m). Dieselbe Wolke ist ganz unabhängig als D.W. IX, 7, auf Überwachungsaufnahmen vermessen worden, wobei die Umgrenzung unabhängig festgelegt und zum größten Teil andere Vergleichssterne gewählt wurden. Die Absorption ergab sich nach der Methode der FI. in beiden Fällen zu 0.35 m.

D.W. VIII, 7 (Ara). Kleiner länglicher, etwas diffus begrenzter Nebel. Die Absorption (0.26 m) bezieht sich hier auf die Umgebung des runden Kerns der Wolke, durch den auf unseren Platten kein Stern hindurchscheint. Innerhalb desselben fanden wir durch unabhängige Vermessung des Grundes eine um 0.48 m stärkere Absorption als in der Umgebung.

D.W. VIII, 8 (Norma). Die Form der Wolke ist länglich. Sie projiziert sich auf den sternreichen Grund der Normasternwolke; daher die große Diskrepanz zwischen den Absorptionen nach beiden Methoden. Vordergrundsterne sind nicht mit Sicherheit festzustellen. Die vorhandenen 3 Verdichtungen ohne Sterne sind nicht getrennt vermessen worden. Sie haben aber den großen Absorptionsbetrag, der sich aus der Helligkeit der Gründe ergibt, scheinbar stark beeinflußt.

D.W. VIII, 9 (Scorpius). Schmale S-förmige D.W. auf sternreichem Grunde, die sich von der Umgebung stark abhebt. Ihre Begrenzung nach Norden ist aber unbestimmt, da sie dort in ein größeres Absorptionsgebiet mündet. Sie kann deshalb nicht als isolierte D.W. angesehen werden. B. Jung fand für ein größeres Absorptionsgebiet, das unsere D.W. umfaßt, stellarstatistisch eine Gesamtaborption von 0.8 m. Der von uns gefundene kleine Betrag (0.14) kann nur ein Relativwert, bezogen auf die schon durch Absorption geschwächte Umgebung, sein.

Die D.W. des Feldes VIII gehören zu dem stark gegliederten Netzwerk von D.W., das sich vom galaktischen Zentrum aus westwärts über den Skorpion bis zur Norma ausdehnt. Die dunkelsten Stellen bei  $\lambda = 310^\circ$  sind von B. Jung stellarstatistisch untersucht und geben aus dem Vergleich mit normalen Sterndichten Absorptionswerte bis zu 1.0 m. Doch sind hier auch die hellen Sternwolken verschleiert, so daß der direkte Vergleich einer Verdichtung, die man als D.W. auffassen kann, mit ihrer sternreichen Umgebung beträchtlich kleinere Absorptionswerte ergibt.

Bei der Berechnung der Abstände der D.W. dieses Feldes wurde dieselbe Methode benutzt wie bei Milchstraßenfeld VI. Es zeigte sich auch hier, daß die Berücksichtigung der galaktischen Absorption keine Verkleinerung derselben bewirkt; die selektive Absorption vergrößert den Farbindex, damit auch die Spektralklasse, und vermindert die absolute Helligkeit. In den meisten Fällen überwiegt sogar der Einfluß der selektiven Absorption bei den hier angenommenen Werten derselben, so daß die Abstände etwas größer als ohne Absorption herauskommen. Die geringste Entfernung ergibt sich für D.W. 2 zu 176 pc. Vordergrundsterne lassen sich in keinem Falle mit Sicherheit feststellen, wenn auch bei Feld 5 die Möglichkeit dazu vorliegt.



### Die Dunkelwolken des Milchstraßenfeldes IX

Die Entfernungen der D.W. dieses Feldes sind alle mit den Absorptionswerten  $\alpha_b = 1.00$  m,  $\alpha_g = 0.30$  m,  $\alpha_r = 0.20$  m pro kpc für die galaktische Absorption berechnet worden.

- D.W. IX, <sub>1</sub> (Sagittarius). Der ovale Kern eines größeren Dunkelgebietes, das sich auf den südlichen Rand der hellen Sagittariuswolke projiziert. Er ist gut begrenzt, doch sind die Vergleichssterne außerhalb der D.W. aus dem leicht verdunkelten Randgebiet der Wolke gewählt. In demselben Gebiet sind noch vier weitere kleine, runde Verdichtungen ausgesucht, die aber frei von Sternen sind, so daß die Absorption hier nur aus der Helligkeit der Gründe bestimmt werden konnte. Bei dem sehr großen Kontrast gegen die helle Sagittariuswolke ist hier die Benutzung der Schwärzungskurve in ihrem extrapolierten Teil zu unsicher, als daß die Absorptionen Vertrauen verdienen würden. Alle fünf Wolken der D.W. 1 zeigen in der Helligkeit des Grundes eine Verdichtung nach der Mitte.
- D.W. IX, <sub>2</sub> (Sagittarius). Als D.W. 2 sind hier drei kleine getrennte Wölkchen zusammengefaßt: IX<sub>2a</sub>, IX<sub>2b</sub>, IX<sub>2c</sub>, von denen jede nur wenige Hintergrundsterne aufweist; die Wölkchen sind der Fläche und dem Kontraste nach so ähnlich, daß man sie als eine Wolke behandeln konnte. Auch hier sind die Vergleichssterne außerhalb der Wolken in einem schwach verdunkelten Gebiete gewählt und die nach der Verschiebungsmethode abgeleiteten Absorptionen als Relativwerte aufzufassen. Aus den Gründen ergeben sich wieder die sehr viel größeren, unsicheren Werte.
- D.W. IX, <sub>3</sub> (Sagittarius). Auch diese D.W. ist an vier einzelnen kleinen Wölkchen zusammengefaßt: IX<sub>3a</sub>, IX<sub>3b</sub>, IX<sub>3c</sub> u. IX<sub>3d</sub> von nahezu gleichgroßer Fläche. Hier sind die Vergleichssterne aus einem hellen, scheinbar unverfinstertem Gebiet ausgewählt, deshalb ist auch der Absorptionsbetrag nach der Verschiebungsmethode etwas größer ausgefallen. Alle Wolken sind scharf begrenzt. Die Absorption aus den Gründen ist auch hier unzuverlässig. Eine Konzentration nach der Mitte ist für das bloße Auge bemerkbar.
- D.W. IX, <sub>4</sub> (Scorpius). Keilförmige, gut begrenzte Wolke, von der nur der hellste Teil vermessen worden ist.
- D.W. IX, <sub>5</sub> (Scorpius). Gut begrenzte, längliche Wolke, bei der die Vergleichssterne außerhalb der etwas verdunkelten Umgebung gewählt worden sind. Die gut übereinstimmenden Beträge der Totalabsorption nach beiden Methoden sind als absolute Werte aufzufassen. Eine Konzentration ist nicht direkt feststellbar.
- D.W. IX, <sub>6</sub> (Corona austr.). Gut definierte längliche Wolke auf dem südlichen Arme der Milchstraße in augenscheinlich unverdunkeltem Gebiete liegend. Der ganze südliche Arm der Milchstraße zeigt in diesem Teile eine ganz gleichmäßige Abnahme der Sternzahlen und ist nur durch einzelne ganz kleine, isolierte D.W. unterbrochen. Die Entfernung der D.W. ergibt sich ohne galaktische Absorption zu 309 und mit den obigen Daten für dieselbe zu 361 pc.

D.W. IX, <sub>7</sub> (Scorpius). Die D.W. ist identisch mit D.W. VIII, <sub>6</sub>. Die hier unabhängig bestimmte Entfernung ergibt bei Berücksichtigung der galaktischen Absorption 223 pc gegen 230 pc im vorigen Falle.

Die im Milchstraßenfeld IX zusammengefaßten D.W. zerfallen in 2 Gruppen, die auf verschiedenen Platten vermessen worden sind. Die eine Gruppe: D.W. 1, 2, 3, liegt in dem hellsten Teile der Milchstraße und projiziert sich auf die hellen Sternwolken im Sagittarius. Die andere Gruppe: D.W. 4, 5, 6, 7, sind auf Überwachungsaufnahmen, auf denen sie zentraler liegen, vermessen worden. Betrachtet man sie als zu den Wolkenmassen des großen Risses der Milchstraße gehörig, die von Dr. Jung stellarstatistisch untersucht worden sind und in die auch die D.W. von Feld VIII fallen, so ist ihre mittlere Entfernung hier bedeutend größer, als es aus der Arbeit von Dr. Jung folgen würde. Die von ihm untersuchten Dunkelgebiete zeigen keine Verzweigung der Kurven vor den Sternen 9.5 m und würden für die dahinterliegenden Wolkenmassen eine Entfernung von 100 bis 180 pc ergeben, je nachdem, ob man die absolute Größe der Sterne zu 4.7 (F 8) oder 3.2 (F 0) annimmt. Die von uns bestimmte mittlere Entfernung beträgt für das Feld VIII 248 pc und für die D.W. IX<sub>4</sub>, IX<sub>5</sub>, IX<sub>6</sub>, IX<sub>7</sub> 285 pc. Wegen der Verwendung durchschnittlicher Sternzahlen für die ganze Milchstraße bei Zeichnung der Wolfschen Kurven kann man aber dem stellarstatistischen Ergebnis nicht ohne weiteres den Vorzug geben. Vordergrundsterne waren bei den D.W. des Feldes IX nicht feststellbar. Die FI.-Kurven haben bis zur Gr.Kl. 12.0 einen nahezu horizontalen Verlauf. Die Entfernungen wurden aus dem Farbindex der hellsten durchscheinenden Sterne bestimmt, wobei die Berücksichtigung der galaktischen Absorption und Verfärbung die errechneten Abstände nicht wesentlich änderte.

#### 14. Die Durchmesser der Dunkelwolken, ihre Massen und durchschnittlichen Dichten

Aus den Zahlen der letzten Tabelle für die Flächeninhalte (Fl. I.) in Quadratgrad und den Entfernungen  $\Delta$  in pc finden wir die Durchmesser  $D$  und Volumina  $V$  in pc nach den Formeln

$$D = \frac{\Delta \sqrt{\pi \cdot \text{Fl. I.}}}{90} \quad \text{und} \quad V = \frac{1}{6} \pi D^3. \quad (1)$$

Außerdem brauchen wir die durchschnittliche, innerhalb der Wolke durchlaufene Strecke, die wir als Sehne einer Kugel vom Durchmesser  $D$  berechnen. Wir nehmen dabei an, was der Wirklichkeit nahe entsprach, daß die beobachteten Sterne, die wir alle als hinter der Wolke liegend ansehen, mit gleichmäßiger Dichte innerhalb der Begrenzung der D.W. verteilt waren. Die durchschnittliche Länge der zur Projektionsebene senkrechten Sehne ist dann

$$H = \frac{4\pi r^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \varphi \cos^2 \varphi d\varphi}{\pi r^2} = \frac{4r}{3} = \frac{2}{3} D. \quad (2)$$

Ist die durchschnittliche Absorption in einer D.W.  $\Delta m_\lambda$ , so läßt sich dieselbe als ein Produkt darstellen von einer von  $\lambda$  unabhängigen Größe  $C$  und der Verfärbungsfunktion



$\psi_\lambda(d)$ , wo  $d$  den Durchmesser der Partikel bedeutet. Die Funktionen sind bei Schalén<sup>1</sup> für verschiedene Metalle berechnet und graphisch dargestellt.

$$\Delta m_\lambda = C \psi_\lambda(d). \quad (3)$$

Der Koeffizient  $C$  ist eine Funktion der Anzahl  $N$  der beugenden Teilchen pro  $\text{cm}^3$ , der durchlaufenen Strecke  $H = \frac{2}{3} D$  und des Volumens eines Teilchens  $v$ . Es ist

$$C = 2.5 \log e \, 6\pi N H v = 2.5 \log e \, \pi^2 d^3 N H. \quad (4)$$

Macht man eine Hypothese über die Zusammensetzung der Wolken, also über das Metall und über die Durchmesser der Teilchen, so kann  $\psi_\lambda(d)$  für unsere drei effektiven Wellenlängen entnommen werden und damit wird  $C$  aus (3) bekannt.

$$C = \frac{\Delta m_\lambda}{\psi_\lambda(d)}. \quad (\alpha)$$

$N$  findet man aus (4)

$$N = \frac{C}{2.5 \log e \, \pi^2 d^3 H}.$$

Dann ergibt sich, wenn noch durch  $s$  das spezifische Gewicht bezeichnet wird, die Dichte zu

$$\bar{\rho} = \frac{1}{6} \pi d^3 s N = \frac{C s}{15 \pi \log e H} = \frac{C s}{10 \pi \log e D} = \frac{\Delta m_\lambda s}{\psi_\lambda(d) 10 \pi \log e D}. \quad (\beta)$$

Für die Gesamtmasse der Wolke haben wir dann

$$M = \frac{C s D^3}{90 \log e H} = \frac{C s D^2}{60 \log e} = \frac{\Delta m_\lambda}{\psi_\lambda(d)} \frac{s D^2}{60 \log e}. \quad (\gamma)$$

Die Formeln  $(\alpha)$ ,  $(\beta)$ ,  $(\gamma)$  lehren uns, daß die errechneten Dichten umgekehrt proportional den Durchmessern und die Massen den Quadraten der Durchmesser direkt proportional sind. Da diese den angenommenen Abständen  $\Delta$  direkt proportional sind, so können wir z. B. bei einem Fehler von 100% in  $\Delta$  eine vierfach zu große oder zu kleine Masse erhalten. Es dürften aber unsere Abstände keine Fehler über 50% ihres Wertes enthalten, was Fehlern von rund 100% in den errechneten Massen entspricht.

Fragen wir jetzt nach dem Fehler in der Masse, der durch den entnommenen Wert von  $\psi_\lambda(d)$  entsteht, so kann sein Wert nur durch Versuchsrechnungen abgeschätzt werden. Wir haben solche Rechnungen für drei Annahmen über die Durchmesser der Teilchen  $d = 60$ ,  $d = 80$ ,  $d = 100 \mu\mu$  und zwei Metalle, Eisen und Nickel, durchgeführt. Dabei wurde eine mittlere Dunkelwolke mit einem Durchmesser  $D = 2 \text{ pc}$  und mit den folgenden mittleren Absorptionsbeträgen für Blau, Gelb und Rot:  $\Delta m_{425} = 0.43$ ,  $\Delta m_{535} = 0.27$ ,  $\Delta m_{630} = 0.22$  zugrunde gelegt. Da der durch diese Zahlen definierte Verlauf der Verfärbung keiner der Kurven  $\psi_\lambda$  genau entspricht und jedes  $\Delta m_\lambda$  einen selbständigen Wert für die Masse liefert, so ergaben sich für jedes Metall neun verschiedene Werte für die Masse der Wolke. Sie sind in den folgenden Tafelchen zusammengestellt.

<sup>1</sup> C. Schalén, Beiträge zur Theorie der interstellaren Absorption. Uppsala Astron. Observ. Annal. Band I Nr. 2 (1939).

| Fe $s=8$               |                       |                       |                       | Ni $s=9$               |                       |                       |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $\lambda \backslash d$ | 60                    | 80                    | 100                   | $\lambda \backslash d$ | 60                    | 80                    | 100                   |
| 425                    | $0.28 \times 10^{33}$ | $0.27 \times 10^{33}$ | $0.28 \times 10^{33}$ | 425                    | $0.43 \times 10^{33}$ | $0.31 \times 10^{33}$ | $0.26 \times 10^{33}$ |
| 535                    | 0.25                  | 0.23                  | 0.21                  | 535                    | 0.61                  | 0.43                  | 0.30                  |
| 630                    | 0.31                  | 0.27                  | 0.25                  | 630                    | 0.77                  | 0.58                  | 0.44                  |

Es wäre natürlich möglich, durch Ausrechnung ähnlicher Tabellen für andere Metalle und Partikelgrößen diejenigen auszusuchen, die für unsere drei Wellenlängen die am besten übereinstimmenden Massen ergeben. Doch haben die Untersuchungen von Schoenberg und Jung<sup>1</sup> sowie von C. Schalén<sup>2</sup> erwiesen, daß damit eine eindeutige Entscheidung über die Zusammensetzung der Wolken nicht erreicht werden kann. Die genannten Arbeiten sowie eine weitere Untersuchung von L. G. Henyey<sup>3</sup> und J. Greenstein<sup>4</sup> haben übereinstimmend den eindeutigen Beweis erbracht, daß die Verfärbung in den Dunkelwolkenbeugungstheoretisch nur durch ein Vorherrschen kleinster Partikel von der Größenordnung  $d = 10^{-5}$  cm erklärt werden kann, daß aber durch Mischung verschiedener Bestandteile das Verfärbungsgesetz recht wesentliche Veränderungen erfährt. Die Arbeit von C. Schalén zeigt außerdem, daß eine Streuung der Partikeldurchmesser von  $30 \mu\mu$  um einen mittleren Wert dieses Gesetz nicht wesentlich beeinflußt. Es liegt deshalb einerseits kein Grund vor, eine andere Erklärung für die Absorption und Verfärbung des Sternlichts in den Dunkelwolken zu suchen als die durch die Beugungstheorie nahegelegte, andererseits ist es verfrüht, über die chemische Zusammensetzung und die genaue Größe der Teilchen innerhalb der Grenzen 50 bis  $100 \mu\mu$  etwas aussagen zu wollen. Für die Massen der Dunkelwolken findet man dann Werte, die hauptsächlich in Abhängigkeit von der Annahme über das spezifische Gewicht der Partikelmischung innerhalb von 100 bis 200% schwanken werden.

Freilich werden die so berechneten Massen der D.W. sich nur auf die kleinsten festen Bestandteile derselben beziehen. Der Beitrag größerer Staubteilchen, die keine Verfärbung hervorrufen, kann nach früheren Untersuchungen und bei dem hohen Grade der Verfärbung unserer Dunkelwolken vernachlässigt werden. Dagegen könnte eine Beimischung von Gas die Massen wesentlich verändern. Dieses würde bei einer Dichte von  $10^{-22}$  g/cm<sup>3</sup> sich bei der Ausdehnung unserer Wolken photometrisch noch in keiner Weise bemerkbar machen, die Gesamtmasse aber auf das 10- bis 100fache erhöhen. Eine solche Verdichtung des interstellaren Gases innerhalb der kleinen Dunkelwolken auf das  $10^7$ -fache gegenüber dem interstellaren Stratum müßte aber zunächst auf spektroskopischem Wege nachgewiesen werden.

Unter diesen Einschränkungen teilen wir jetzt die nach den Formeln ( $\alpha$ ), ( $\beta$ ), ( $\gamma$ ) berechneten Dichten und Massen unserer Dunkelwolken mit (S. 36).

In der fünften Spalte stehen die Radien, in der sechsten die Abstände der Dunkelwolken, beide in pc, in der siebenten Spalte steht  $H = \frac{2}{3} D$ , die durchschnittlich innerhalb der

<sup>1</sup> E. Schoenberg u. B. Jung, Astron. Nachr. 253, 261 (1934) u. Mitteil. d. Sternwarte Breslau 4, 61 (1937).

<sup>2</sup> C. Schalén, Uppsala Astron. Observ. Ann. 1 (1939) u. Meddel. Uppsala Nr. 58 (1934).

<sup>3</sup> L. G. Henyey, Astroph. Journ. 85, 107 (1937).

<sup>4</sup> J. L. Greenstein, Astroph. Journ. 88, 580 (1938) und Harv. Coll. Observ. Circ. 422 (1937).



Wolke vom Lichtstrahl durchlaufene Strecke in cm. Die folgenden Spalten enthalten dann die Dichten in  $\text{g/cm}^3$ , die sich aus den Absorptionsbeträgen  $\Delta m_\lambda$  nach der Formel (9) ergeben; die Werte von  $\Delta m_\lambda$  sind aus  $\alpha_b$ ,  $\alpha_g$ ,  $\alpha_r$  (S. 23) bei Berücksichtigung der Absorption aus den Gründen mit halbem Gewicht gebildet; in der elften Spalte steht die mittlere Dichte, in der zwölften die Massen, berechnet nach (7).

Dichten und Massen gelten für Eisen ( $s = 8$ ) und Partikeldurchmesser von  $d = 80 \mu\mu$ . Die entsprechenden Werte der Funktion  $\psi_\lambda(d)$  sind aus Schaléns Zeichnungen entnommen.

| $\varphi_\lambda(d)$ für Fe, $d = 80 \mu\mu$ |      |                    |
|----------------------------------------------|------|--------------------|
| $\lambda = 425$                              | 535  | 630 $\mu\mu$       |
| $\Psi_\lambda = 2.02$                        | 1.50 | $1.04 \times 10^4$ |

Der Tabelle sind am Schluß unter dem Strich 5 Dunkelwolken hinzugefügt, die früher von anderen Verfassern untersucht worden sind. Es sind dabei diejenigen ausgewählt, die eine einigermaßen gute Begrenzung aufweisen und kleinere Massen bis zu  $8 \times 10^{33}$  haben. Die Daten sind der Arbeit von Klauder<sup>1</sup> entnommen, in der auch die Literaturhinweise zu finden sind. Bei diesen Wolken war nur die photographische Absorption bekannt, weshalb auch nur ein Wert für die Dichte  $\rho_b$  in der Tabelle zu finden ist. Die übrigen Voraussetzungen für die Berechnung der Dichten und Massen waren dieselben wie für unsere Wolken.

Bei den kleinsten Dunkelwolken des Feldes IX sind die D.W. IX<sub>1a</sub> bis IX<sub>1d</sub> in der Tabelle weggelassen, weil in ihnen keine Sterne gemessen waren und die Absorptionswerte aus der Helligkeit des Grundes allein zu unsicher waren. Dagegen sind die D.W. IX<sub>2a</sub>, 2b, 2c zu einer Wolke mittlerer Größe unter der Bezeichnung IX<sub>2</sub> vereinigt, ebenso die D.W. IX<sub>3a</sub>, 3b, 3c zu einer D.W. unter der Bezeichnung IX<sub>3</sub>. Für die Absorptionen wurden hier Werte eingesetzt, die sich bei Mitnahme der unsicheren Absorptionen aus den Gründen mit halbem Gewicht (Tabelle S. 23) ergeben.

Dichten und Massen von 31 Dunkelwolken

| D.W.             | $b$  | $\frac{\Delta m_\lambda}{g}$ | $r$  | $\frac{1}{2}D$ | $\Delta$ | $H \times 10^{-18}$ | $\rho_b \times 10^{24}$ | $\rho_g \times 10^{24}$ | $\rho_r \times 10^{24}$ | $\bar{\rho} \times 10^{24}$ | $M \times 10^{-33}$ | $M \times 10^{-33} \times 1.743$ |
|------------------|------|------------------------------|------|----------------|----------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| VI <sub>4</sub>  | 0.69 | 0.46                         | 0.31 | 1.3            | 372      | 5.2                 | 2.6                     | 2.3                     | 2.3                     | 2.4                         | 0.58                | 1.01                             |
| VI <sub>5</sub>  | 0.61 | 0.40                         | 0.27 | 0.9            | 344      | 3.1                 | 3.3                     | 2.9                     | 2.8                     | 3.0                         | 0.25                | 0.44                             |
| VI <sub>6</sub>  | 0.68 | 0.56                         | 0.40 | 1.2            | 398      | 4.9                 | 2.7                     | 3.0                     | 3.1                     | 2.9                         | 0.60                | 1.05                             |
| VI <sub>7</sub>  | 0.49 | 0.32                         | 0.21 | 0.9            | 370      | 3.6                 | 2.6                     | 2.3                     | 2.2                     | 2.4                         | 0.20                | 0.35                             |
| VI <sub>8</sub>  | 0.53 | 0.20                         | 0.16 | 1.5            | 309      | 6.1                 | 1.7                     | 0.9                     | 1.0                     | 1.2                         | 0.47                | 0.82                             |
| VI <sub>10</sub> | 0.62 | 0.29                         | 0.22 | 1.0            | 299      | 4.2                 | 2.9                     | 1.8                     | 2.0                     | 2.3                         | 0.29                | 0.51                             |
| VI <sub>11</sub> | 0.35 | 0.21                         | 0.17 | 2.6            | 325      | 10.7                | 0.6                     | 0.5                     | 0.6                     | 0.6                         | 1.31                | 2.28                             |
| VI <sub>12</sub> | 0.44 | 0.31                         | 0.25 | 1.6            | 328      | 6.8                 | 1.3                     | 1.2                     | 1.4                     | 1.3                         | 0.71                | 1.24                             |
| VI <sub>13</sub> | 0.86 | 0.43                         | —    | 2.2            | 176      | 9.1                 | 1.8                     | 1.2                     | —                       | 1.5                         | 2.01                | 3.50                             |

<sup>1</sup> H. Klauder, Astron. Nachr. 262, 233 (1937).

| D. W.              | $b$               | $\frac{\Delta m_\lambda}{g}$ | $r$  | $\frac{1}{2}D$ | $\Delta$ | $H \times 10^{-18}$ | $\rho_b \times 10^{24}$ | $\rho_g \times 10^{24}$ | $\rho_r \times 10^{24}$ | $\bar{\rho} \times 10^{24}$ | $M \times 10^{-33}$ | $M \times 10^{-33} \times 1.743$ |
|--------------------|-------------------|------------------------------|------|----------------|----------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| VII <sub>1</sub>   | 0.37              | 0.24                         | 0.27 | 1.6            | 169      | 6.4                 | 1.1                     | 1.0                     | 1.6                     | 1.2                         | 0.56                | 0.98                             |
| VII <sub>2</sub>   | 0.33              | 0.17                         | 0.23 | 0.8            | 195      | 3.4                 | 1.9                     | 1.3                     | 2.6                     | 1.9                         | 0.13                | 0.23                             |
| VII <sub>3</sub>   | 0.36              | 0.19                         | 0.19 | 0.9            | 176      | 3.7                 | 1.9                     | 1.4                     | 2.0                     | 1.8                         | 0.16                | 0.28                             |
| VII <sub>8</sub>   | 0.38              | 0.28                         | 0.29 | 1.6            | 204      | 6.7                 | 1.1                     | 1.1                     | 1.6                     | 1.3                         | 0.68                | 1.19                             |
| VIII <sub>2</sub>  | 0.44              | 0.27                         | 0.22 | 1.2            | 176      | 5.0                 | 1.7                     | 1.4                     | 1.6                     | 1.6                         | 0.36                | 0.63                             |
| VIII <sub>5</sub>  | 0.44              | 0.34                         | 0.29 | 2.3            | 250      | 9.5                 | 0.9                     | 0.9                     | 1.1                     | 1.0                         | 1.52                | 2.65                             |
| VIII <sub>6</sub>  | 0.38              | 0.26                         | 0.23 | 0.9            | 230      | 3.8                 | 2.0                     | 1.8                     | 2.3                     | 2.0                         | 0.19                | 0.33                             |
| VIII <sub>7</sub>  | 0.39              | 0.35                         | 0.25 | 0.8            | 248      | 3.1                 | 2.5                     | 2.9                     | 3.0                     | 2.8                         | 0.16                | 0.28                             |
| VIII <sub>8</sub>  | 0.54              | 0.38                         | 0.32 | 1.8            | 280      | 6.9                 | 1.5                     | 1.4                     | 1.7                     | 1.5                         | 0.87                | 1.52                             |
| VIII <sub>9</sub>  | 0.14              | 0.14                         | 0.12 | 1.3            | 208      | 5.4                 | 0.5                     | 0.7                     | 0.8                     | 0.7                         | 0.19                | 0.33                             |
| IX <sub>1</sub>    | 0.51              | 0.27                         | 0.28 | 1.0            | 212      | 4.1                 | 2.4                     | 1.7                     | 2.6                     | 2.2                         | 0.27                | 0.41                             |
| IX <sub>2</sub>    | 0.56              | 0.26                         | 0.27 | 0.5            | 250      | 2.1                 | 3.4                     | 3.2                     | 4.9                     | 3.8                         | 0.07                | 0.12                             |
| IX <sub>3</sub>    | 0.42              | 0.26                         | 0.38 | 0.4            | 239      | 1.7                 | 4.7                     | 3.9                     | 8.2                     | 5.6                         | 0.05                | 0.09                             |
| IX <sub>4</sub>    | 0.35              | 0.19                         | 0.20 | 1.2            | 339      | 5.0                 | 1.4                     | 1.0                     | 1.5                     | 1.3                         | 0.29                | 0.51                             |
| IX <sub>5</sub>    | 0.39              | 0.25                         | 0.25 | 1.6            | 239      | 6.8                 | 1.1                     | 1.0                     | 1.4                     | 1.2                         | 0.66                | 1.15                             |
| IX <sub>6</sub>    | 0.29              | 0.10                         | 0.09 | 1.4            | 361      | 5.9                 | 1.0                     | 0.4                     | 0.3                     | 0.6                         | 0.22                | 0.38                             |
| IX <sub>7</sub>    | 0.45              | 0.23                         | 0.18 | 0.9            | 223      | 3.7                 | 2.4                     | 1.6                     | 1.9                     | 2.0                         | 0.17                | 0.30                             |
| bei M 11           | $\Delta mb = 3.5$ |                              |      | 1.3            | 250      | 5.3                 | 13.2                    |                         |                         | 13.2                        | 3.15                |                                  |
| Kohlensack         | ,, = 1.0          |                              |      | 3.8            | 150      | 15.6                | 1.3                     |                         |                         | 1.3                         | 8.10                |                                  |
| bei $\xi$ Ophiuchi | ,, = 0.9          |                              |      | 2.8            | 100      | 11.5                | 1.9                     |                         |                         | 1.9                         | 2.63                |                                  |
| bei $\xi$ Persei   | ,, = 0.4          |                              |      | 3.8            | 250      | 15.6                | 0.5                     |                         |                         | 0.5                         | 3.24                |                                  |
| bei N.G.C. 6940    | ,, = 1.0          |                              |      | 1.8            | 450      | 7.2                 | 2.8                     |                         |                         | 2.8                         | 1.8                 |                                  |

### 15. Die Massen und Dichten in Abhängigkeit vom Halbmesser der Wolken

In der vorletzten Spalte der Tabelle stehen die nach der Formel ( $\gamma$ ) (S. 34) berechneten Massen, in der letzten dieselben Massen multipliziert mit dem Faktor 1, 743, dessen Herkunft noch erläutert werden muß.

Eine Photometrierung der Wolken längs vier um  $45^\circ$  zueinander geneigten Durchmesser ist nachträglich vor dem dritten Druck dieser Arbeit zu dem Zwecke, den Verlauf der Dichte innerhalb der Wolken zu prüfen, durchgeführt worden. Sie zeigte uns, daß die sichtbare Grenze in der Schwärzung des Untergrundes durch einen photographisch-physiologischen Effekt vorgetäuscht war. Die Abnahme der Helligkeit des Grundes erstreckte sich deutlich über die sichtbare Grenze hinaus bis auf mindestens 1.5 Radien jenes Kreises, den wir an Stelle der unregelmäßig verlaufenden Begrenzung mit möglichst gutem Anschluß an dieselbe gezogen hatten. Die Wolken besitzen zweifellos eine größere Ausdehnung, eine sich über den dichteren Kern hinaus erstreckende Atmosphäre. Da die Vergleichssterne, die wir als außerhalb der Wolken gelegen betrachtet hatten, zum größten Teil gerade in diesem Gebiet zwischen dem einfachen und dem anderthalbfachen Radius gewählt waren, so sind die Beträge der Absorption des Kerns alle um den Betrag der Absorption in der Atmosphäre zu korrigieren. Die Einzelheiten dieser Untersuchung werden in einer gesonderten



Arbeit behandelt werden. Ihr Ergebnis konnte hier aus dem Grunde vorweggenommen und bei der Korrektur eingefügt werden, weil sich der Druck dieser Arbeit durch die Ereignisse des Krieges um fünf Jahre verzögert hat. Der Vergrößerungsfaktor der Kernmassen erwies sich bei den Blau- und Gelbaufnahmen nahezu identisch und war auch für die einzelnen Wolken nur wenig verschieden. Hier ist ein Mittelwert für alle Blauaufnahmen benutzt worden.

Die erhaltenen Massen beziehen sich also auf den Kern der D.W. ohne Rücksicht auf die Masse der Atmosphäre. Tragen wir ihre Logarithmen gegen die Logarithmen der

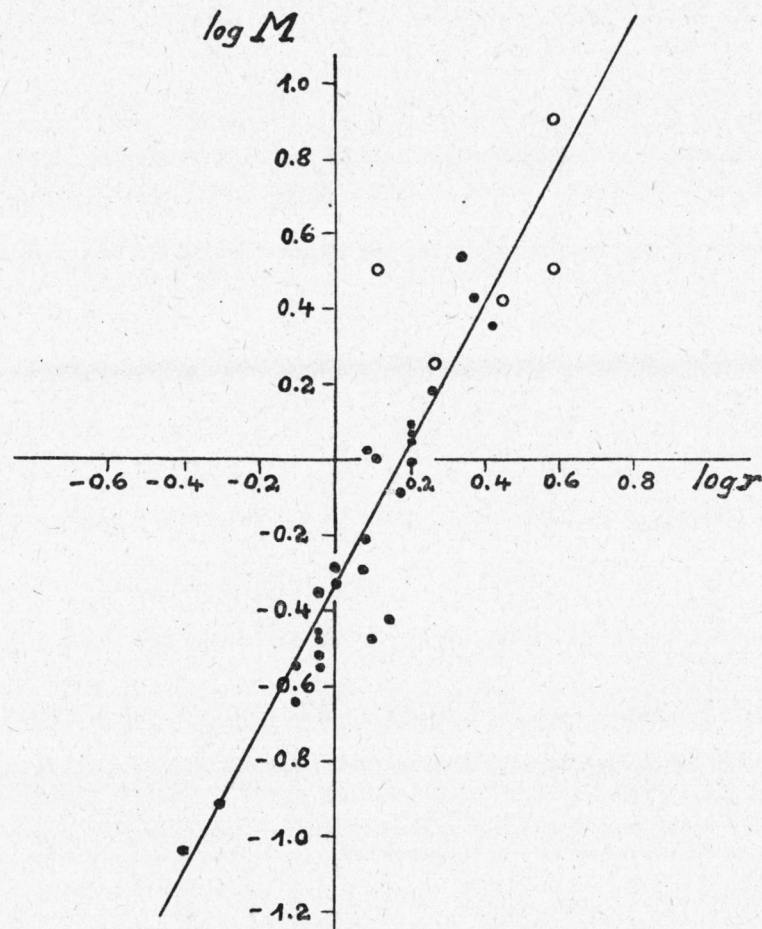


Abb. 3.

Radien in einem Diagramm auf, so ergibt sich das Bild in Abb. 3. Durch die Punkte läßt sich eindeutig eine Gerade ziehen, deren Gleichung sich nach der Methode der kleinsten Quadrate in folgender Form ergibt:

$$\log M = 1.90 \log r - 0.34.$$

Bei dem mittleren Fehler des Koeffizienten bei  $\log r$  können wir ebensogut schreiben

$$M \sim r^2,$$

woraus dann folgen würde

$$\bar{\rho} \sim r^{-1}.$$

Tatsächlich zeigt  $\Delta m_\lambda$  wie nach Gleichung (β) zu erwarten ist, keine Abhängigkeit von  $D$  (Abb. 4). In diesem Diagramm sind die nicht korrigierten  $\Delta m_\lambda$  gegen  $r$  aufgetragen, wobei der auch in Abb. 3 stark abweichende Wert für  $M_{11}$  fortgelassen ist.

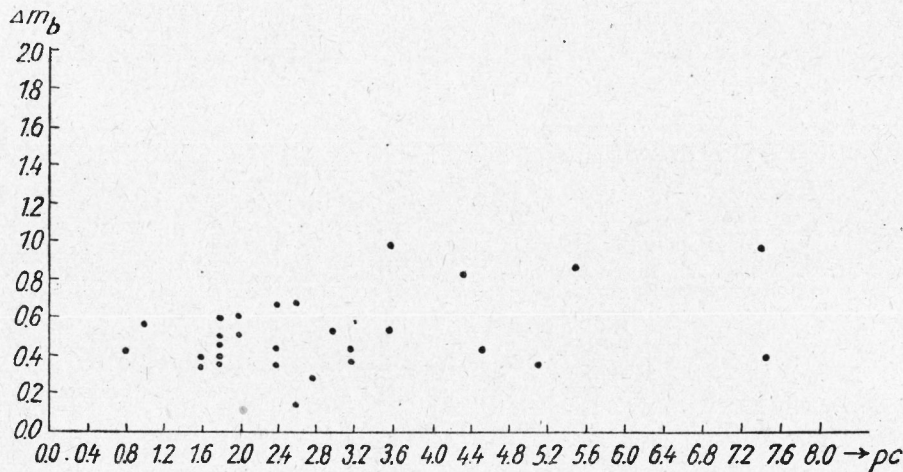


Abb. 4.

Es nehmen also die Dichten unserer D.W. umgekehrt proportional zur ersten Potenz des Halbmessers zu und die Massen wachsen mit dem Quadrate desselben. Dabei ist kugelförmige Begrenzung der Wolken [Gl. (2), S. 33] vorausgesetzt. Dieses Ergebnis könnte kosmogonisch nach der Kontraktionstheorie so gedeutet werden, daß die Kontraktion bei gleichzeitigem Massenverlust erfolgt<sup>1</sup>.

Eine andere kosmogonische Deutung wäre die der allmählichen Verdampfung der festen Teilchen bei der Kontraktion, wobei die Gesamtmasse erhalten bliebe, ein Teil derselben aber photometrisch unwirksam werden würde.

Es ist aber auch eine einfache Erklärung bei der Annahme gleichen Alters der Wolken möglich. Sieht man dieselben als losgelöste Teile einer gleichmäßig dicken Absorptionsschicht an, die nur in ihrer seitlichen Ausdehnung verschieden sind, dann wäre  $H$  in unseren Formeln (β) und (γ) konstant und unabhängig von  $D$ . Die Massen wären dem Quadrate von  $D$  proportional und die Dichten konstant, weil bei konstantem  $\Delta m_\lambda$  in  $H\bar{\rho}$  beide Faktoren konstant sein müssen.

## 16. Die Durchschnittsmasse

Berechnet man die mittlere Masse der von uns beobachteten D.W. aus den Zahlen der letzten Spalte der Tabelle auf S. 36, so ergibt sich  $0.9 \times 10^{33} g$ , d. h. etwa die Hälfte der Sonnenmasse. Zieht man noch die Masse der ausgedehnten Atmosphären hinzu, so ergibt sich nach Abschätzung sogar eine genaue Übereinstimmung unseres Mittelwertes mit der

<sup>1</sup> Dabei ist angenommen, daß zu Beginn der Kontraktion Massen und Durchmesser gleich waren.



Sonnenmasse. Berücksichtigt man auch die 5 weiteren in unserem Diagramm eingetragenen Massen, so erhöht das den Mittelwert der Kernmassen nicht erheblich von  $0.9 \times 10^{33}$  auf  $1.3 \times 10^{33} g$ . Ob auch bei diesen Wolken eine verdünnte Atmosphäre vorhanden ist, könnte nur durch eine Photometrierung ihrer Umgebung entschieden werden. Es ist anzunehmen, daß das der Fall ist. Unsere D.W. können nicht als charakteristisch für kleine isolierte Dunkelwolken, die B. Bok als globuli bezeichnet, angesehen werden. Ihre Auswahl war aus verschiedenen Gründen, die wir schon erörtert haben, sehr eingeschränkt. Sie liegen alle in einem schmalen Streifen längs dem galaktischen Äquator an der Grenze der Milchstraße über etwa  $100^\circ$  Länge verstreut. Ihre Begrenzung ist vielfach unregelmäßig, oft länglich, weshalb die Photometrierung des Grundes längs verschiedenen Durchmessern für mehrere Wolken unterlassen wurde. Bei ihnen war es unmöglich, einen Kreis als Begrenzung zu supponieren. Bei der Auffassung der Wolken als Fetzen, die sich von einer Stratusschicht losgelöst haben, bleibt es in jedem Falle bemerkenswert, daß ihre Durchschnittsmasse den Sternmassen so nahe kommt, wobei auch die Streuung der Streuung der Sternmassen ähnlich ist.

## 17. Der Katalog der Helligkeiten

Die Bildfeldkorrekturen. Um den Einfluß des Abstandes von dem Plattenzentrum auf die gemessenen Helligkeiten zu untersuchen, konnte der übliche Weg, dieselben Sterne in verschiedenem Abstande vom Zentrum der Platte aufzunehmen und zu photometrieren, von uns nicht beschritten werden, da uns solche Aufnahmen fehlten und wegen der Auflösung der Station und Beschlagnahme des Astrographen nicht nachträglich gemacht werden konnten. Die Eichfelder für die Milchstraßenfelder VI, VII, VIII, S.A. 193, 195, 180 liegen in Abständen von bzw.  $0.5^\circ$ ,  $2.5^\circ$  und  $3.5^\circ$  vom Plattenzentrum. Die S.A. selbst erstrecken sich bis zu  $6^\circ$  Abstand von demselben. Innerhalb der letztgenannten Grenze liegen mit einer Ausnahme (D.W. VIII<sub>7</sub>, Abstand =  $7.0^\circ$ ) auch die vermessenen Dunkelwolken der Felder VI, VII und VIII. Wenn auch die abgeleiteten Absorptionen der Dunkelwolken wegen ihrer Kleinheit durch die Bildfeldkorrekturen nicht beeinflußt sein können, so könnten die Helligkeiten der Sterne es wohl sein, da ihr Aussehen sich in Abhängigkeit vom Abstände doch stark veränderte. Die Bildfeldkorrekturen mußten natürlich durch ganz gleichartige Messungen der Sterne, wie sie in dieser Arbeit angewandt wurden, und bei Benutzung derselben Schwärzungskurven abgeleitet werden.

Für die Felder VI, VII und VIII wurden je 60 Sterne in Zonen von  $1^\circ$  Breite bis zu Abständen von  $6^\circ$  vom Plattenzentrum ausgewählt und ihre Helligkeiten sowie Spektraltypen aus der PSD entnommen. Die Rothelligkeiten konnten aus dem erwähnten Diagramm, Spektrum nach PSD – Rothelligkeit nach Gaposchkin, entnommen werden. Die Gelbhelligkeiten erhielten wir, indem wir den GI zu 0.5 des Rotindex ansetzten. Diese Blau-, Rot- und Gelbhelligkeiten wurden für die einzelnen Zonen zu je 20 zu Mitteln vereinigt und ergaben so Mittelwerte  $\bar{m}_b$ ,  $\bar{m}_g$ ,  $\bar{m}_r$  der Potsdamer Helligkeiten von je 20 Sternen in den Abständen  $0.5^\circ$ ,  $1.5^\circ$ ,  $2.5^\circ$ ,  $3.5^\circ$ ,  $5.5^\circ$  vom Plattenzentrum. Diese Sterne wurden auf allen Platten der Felder VI, VII, VIII in der üblichen Weise doppelt vermessen und ihre Helligkeiten aus unseren Schwärzungskurven abgeleitet. Die Schwärzungskurven beruhen auf den internationalen Helligkeiten des Gaposchkinschen Katalogs der zentralen Teile der

entsprechenden S.A. und beziehen sich deshalb auf die Abstände  $0.5^\circ$ ,  $2.5^\circ$  und  $3.5^\circ$  vom Zentrum unserer Platten. Die Helligkeit der ausgewählten Sterne der PSD lagen alle zwischen 10.0 m und 12.0 m. Da ihre mittlere Helligkeit in den einzelnen Zonen etwas verschieden war, so wurden die Helligkeiten der Zonen  $0.5^\circ$ ,  $1.5^\circ$ ,  $2.5^\circ$  auf diejenige der Zone  $0.5^\circ$ , die Helligkeiten der Zonen  $2.5^\circ$ ,  $3.5^\circ$ ,  $4.5^\circ$  auf diejenige der Zone  $2.5^\circ$  und die Helligkeiten der Zonen  $3.5^\circ$ ,  $4.5^\circ$ ,  $5.5^\circ$  auf die Zone  $3.5^\circ$  reduziert. Jetzt konnte stufenweise der Vergleich der auf unseren Messungen und Schwärzungskurven beruhenden Helligkeiten durchgeführt werden, indem die je zwanzig Sterne der Zonen  $0.5^\circ$ ,  $1.5^\circ$ ,  $2.5^\circ$  durch einen mittleren Stern gleicher Helligkeit ersetzt waren, dasselbe für die Zonen  $2.5-4.5^\circ$  und  $3.5-5.5^\circ$ . Bildet man jetzt Differenzen der gemessenen Helligkeiten, so stellen sie die Bildfeldkorrekturen unserer Helligkeiten dar. Es ergaben sich folgende Werte (die Korrekturen im Abstand  $0.5^\circ$  wurden dabei gleich Null gesetzt):

Bildfeldkorrekturen der Helligkeiten in den Feldern VI, VII und VIII

|                                                              | Abstand | Blau  | Gelb  | Rot   |
|--------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Feld VI: Zonen $0.5^\circ$ , $1.5^\circ$ , $2.5^\circ$ . .   | $0.5$   | 0.0   | 0.0   | 0.0   |
|                                                              | 1.5     | -0.03 | -0.12 | -0.17 |
|                                                              | 2.5     | +0.04 | -0.17 | -0.08 |
| Feld VII: Zonen $2.5^\circ$ , $3.5^\circ$ , $4.5^\circ$ . .  | 2.5     | +0.04 | -0.17 | -0.08 |
|                                                              | 3.5     | +0.14 | -0.02 | +0.15 |
|                                                              | 4.5     | +0.23 | +0.09 | +0.23 |
| Feld VIII: Zonen $3.5^\circ$ , $4.5^\circ$ , $5.5^\circ$ . . | 3.5     | +0.14 | -0.02 | +0.15 |
|                                                              | 4.5     | +0.23 | +0.09 | +0.23 |
|                                                              | 5.5     | -0.04 | -0.23 | -0.17 |

Man ersieht hieraus, daß bis zu einem Abstände von  $6^\circ$  vom Plattenzentrum die angewandte Methode der Helligkeitsmessung keinen systematischen Einfluß des Abstandes vom Plattenzentrum eingeführt hat, jedenfalls keinen Wert, der 0.23 m übersteigt, da sich ein solcher trotz der Unsicherheit in den Helligkeiten der PSD bei dieser Methode hätte offenbaren müssen.

Bei Milchstraßenfeld IX ist sowohl der Abstand des Eichfeldes S.A. 158 als auch derjenige der Dunkelwolken so groß, daß ein Anschluß dieses Feldes an Feld VIII durch angrenzende Zonen nicht mehr möglich war. Auf eine Bestimmung der Bildfeldkorrektur mußte daher hier verzichtet werden. Da diese wahrscheinlich bedeutend war, sind die Helligkeiten der Sterne dieses Feldes nicht in den Katalog aufgenommen.

Dagegen sind die bei dieser Untersuchung vermessenen Blau-, Gelb- und Rot-Helligkeiten der 180 Sterne in den S.A. 193, 195, 180 am Schluß des Katalogs in einer besonderen Tabelle angeführt.

Zum Schluß dieser Arbeit möchten wir es nicht versäumen, Frl. Ruth Heinold und Frl. Rosemarie Lukaschkowitz für die große Hilfe, die sie uns sowohl bei der Ausmessung als auch bei der Reduktion der Messungen geleistet haben, unseren herzlichen Dank auszusprechen.



## Katalog der Helligkeiten

## Milchstraßenfeld VI

D.W.4

| *Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1         | 13.34     | 12.43     | 12.22    |
| 2         | 13.68     | 12.82     | 12.54    |
| 3         | 13.99     | 12.82     | 12.40    |
| 4         | 13.74     | 12.78     | 12.60    |
| 5         | 13.93     | 12.77     | 12.62    |
| 6         | 13.79     | 12.68     | 12.07    |
| 7         | 13.24     | 12.42     | 12.53    |
| 9         | 13.80     | 12.74     | 12.23    |
| 17        | 14.22     | 12.85     | 12.53    |
| 18        | 13.33     | 12.67     | 12.54    |
| 20        | 13.89     | 12.79     | 12.68    |
| $\lambda$ | 11.09     | 10.48     | 11.10    |
| $\mu$     | 11.54     | 11.36     | 11.24    |
| $\nu$     | 13.42     | 12.52     | 11.80    |
| $\pi$     | 13.08     | 12.22     | 11.83    |

D.W.5

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.34     | 12.55     | 12.22    |
| 2        | 13.91     | 12.79     | 12.44    |
| 3        | 13.01     | 12.35     | 12.54    |
| 4        | 14.22     | 13.06     | 12.68    |
| 5        | 14.83     | 12.82     | 12.39    |
| 6        | 14.33     | 12.69     | 12.78    |
| 7        | 14.03     | 12.45     | 12.71    |
| 8        | 13.75     | 12.49     | 12.58    |
| 9        | 13.14     | 12.17     | 11.36    |
| 10       | 13.81     | 12.17     | 12.16    |
| 10a      | 13.22     | 12.53     | 12.46    |
| 11       | 12.95     | 12.37     | 12.44    |
| 12       | 13.94     | 11.64     | 11.48    |
| 13       | 13.45     | 12.26     | 12.55    |
| 14       | 13.36     | 12.69     | 12.65    |
| 15       | 13.91     | 12.14     | 12.09    |
| 16       | 13.61     | 11.44     | 11.84    |
| 17       | 11.72     | 11.68     | 11.34    |
| 18       | 12.62     | 12.53     | 12.24    |

D.W.6

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.44     | 12.70     | 12.61    |
| 2        | 12.68     | 12.20     | 12.04    |
| 3        | 12.47     | 12.15     | 11.94    |
| 4        | 13.51     | 12.65     | 12.34    |
| 5        | 13.50     | 12.70     | 12.73    |
| 6        | 13.70     | 12.58     | 11.73    |
| 7        | 14.48     | 12.90     | 12.77    |
| 8        | 12.69     | 12.32     | 11.78    |
| 9        | 14.23     | 12.67     | 12.09    |
| 10       | 14.24     | 12.57     | 12.00    |
| 11       | 12.39     | 12.03     | 11.81    |
| 12       | 12.24     | 11.91     | 11.73    |
| 13       | 12.98     | 12.17     | 12.24    |
| 14       | 11.80     | 11.71     | 11.47    |
| 15       | 13.40     | 12.65     | 12.37    |
| 16       | 13.34     | 12.79     | 12.30    |
| 17       | 13.48     | 12.86     | 12.27    |

| Nr.<br>A   | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|------------|-----------|-----------|----------|
| 6          | 13.26     | 12.46     | 12.96    |
| 7          | 13.80     | 12.63     | 12.45    |
| 10         | 13.30     | 12.49     | 12.37    |
| 11         | 13.81     | 12.69     | 12.59    |
| 12         | 13.96     | 11.83     | 10.92    |
| 13         | 13.67     | 11.97     | 11.04    |
| 19         | 14.06     | 12.86     | 12.37    |
| $\alpha_o$ | 12.87     | 11.63     | 11.48    |
| $\alpha_n$ | 13.88     | 12.61     | 12.65    |
| $\beta$    | 13.08     | 12.50     | 12.19    |
| $\theta$   | 12.85     | 12.68     | 12.29    |
| $\varphi$  | 12.05     | 11.78     | 11.57    |
| $\kappa$   | 13.63     | 12.65     | 12.59    |
| $\psi$     | 11.25     | 11.21     | 11.39    |

Anmerkung. \*  $\mu$  und  $\pi$  liegen auf der Karte außerhalb, sind aber als innerhalb zu rechnen.

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 12.89     | 12.37     | 12.24    |
| 2        | 13.25     | 11.93     | 12.36    |
| 3        | 12.22     | 12.02     | 12.15    |
| 4        | 13.09     | 11.96     | 11.96    |
| 5        | 11.65     | 11.12     | 11.38    |
| 7        | 13.23     | 12.00     | 11.75    |
| 8        | 13.57     | 12.78     | 12.32    |
| 9        | 14.45     | 12.34     | 12.55    |
| 10       | 13.49     | 12.53     | 12.58    |
| 11       | 13.33     | 12.50     | 12.12    |
| 12       | 13.50     | 12.47     | 12.29    |
| 14       | 13.45     | 12.89     | 12.75    |
| 15       | 13.07     | 12.69     | 12.26    |
| 16       | 13.68     | 12.39     | 12.20    |
| 17       | 11.77     | 11.54     | 11.48    |
| 18       | 13.00     | 12.47     | 12.52    |

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 18       | 13.03     | 12.74     | 12.10    |
| 19       | 11.81     | 12.13     | 11.72    |
| 20       | 11.47     | 10.61     | 10.59    |
| 21       | 12.29     | 11.75     | 11.88    |
| 22       | 12.42     | 12.39     | 11.65    |
| 23       | 13.25     | 12.71     | 12.53    |
| 24       | 12.27     | 11.91     | 11.92    |
| 25       | 13.54     | 12.76     | 12.17    |
| 26       | 11.67     | 11.53     | 11.86    |
| 27       | 13.18     | 12.35     | 11.61    |
| 28       | 11.68     | 11.43     | 11.46    |
| 29       | 13.00     | 12.53     | 12.12    |
| 30       | 12.35     | 11.80     | 11.76    |
| 31       | 12.65     | 12.33     | 12.41    |
| 32       | 12.28     | 12.15     | 11.91    |
| 33       | 13.09     | 12.59     | 12.32    |
| 34       | 13.18     | 12.18     | 11.90    |
| 35       | 12.15     | 12.24     | 11.98    |

## Milchstraßenfeld VI

D.W.7

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 11.57     | 11.37     | 11.28    |
| 2        | 12.25     | 11.95     | 11.52    |
| 3        | 13.08     | 12.19     | 11.93    |
| 5        | 13.99     | 12.94     | 12.35    |
| 6        | 12.79     | 12.29     | 11.61    |
| 7        | 11.13     | 10.92     | 11.00    |
| 7a       | 14.46     | 13.02     | 12.18    |
| 7b       | 14.23     | 12.96     | 12.53    |
| 8        | 10.25     | 10.33     | 10.59    |
| 9        | 11.72     | 11.91     | 10.95    |
| 10       | 12.06     | 11.03     | 11.17    |
| 12       | 13.80     | 12.32     | 12.01    |
| 13       | 10.13     | 10.20     | 10.45    |
| 14       | 13.61     | 12.37     | 12.58    |

D.W.8

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.40     | 12.01     | 12.02    |
| 2        | 13.46     | 12.57     | 12.32    |
| 3        | 13.78     | 12.33     | 12.24    |
| 4        | 14.28     | 12.62     | 12.36    |
| 5        | 14.25     | 12.35     | 12.22    |
| 6        | 13.51     | 12.54     | 12.59    |
| 7        | 12.71     | 11.94     | 11.78    |
| 8        | 13.26     | 12.08     | 12.03    |
| 9        | 13.44     | 12.21     | 12.09    |
| 10       | 13.25     | 11.91     | 11.25    |
| 11       | 13.30     | 12.01     | 11.97    |
| 12       | 10.25     | 10.27     | 10.67    |
| 13       | 14.10     | 12.52     | 12.09    |
| 14       | 13.75     | 12.62     | 11.82    |
| 15       | 13.15     | 12.12     | 11.68    |
| 16       | 13.55     | 12.19     | 11.01    |
| 17       | 13.81     | 12.24     | 12.53    |
| 18       | 13.92     | 12.62     | 12.00    |
| 19       | 12.32     | 10.88     | 10.77    |
| 20       | 13.61     | 12.22     | 12.27    |
| 21       | 14.21     | 12.38     | 11.96    |
| 22       | 14.22     | 12.26     | 12.05    |
| 23       | 12.53     | 11.72     | 11.67    |
| 24       | 14.16     | 12.61     | 12.64    |
| 25       | 13.54     | 12.74     | 12.59    |
| 26       | 14.08     | 12.75     | 12.62    |
| 27       | 13.23     | 12.35     | 12.26    |
| 28       | 14.31     | 12.55     | 12.54    |
| 29       | 13.97     | 12.72     | 12.47    |
| 30       | 12.82     | 11.16     | 10.77    |
| 31       | 14.17     | 12.77     | 11.89    |
| 32       | 13.66     | 12.36     | 12.56    |
| 33       | 13.41     | 12.35     | 11.27    |
| 34       | 13.63     | 12.59     | 12.27    |
| 37       | 13.77     | 12.34     | 12.33    |
| 39       | 13.09     | 12.16     | 11.86    |
| 40       | 13.54     | 12.48     | 11.88    |
| 41       | 13.27     | 12.29     | 12.21    |

D.W.8

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 42       | 12.27     | 11.71     | 11.46    |
| 43       | 13.47     | 12.78     | 12.47    |
| 44       | 12.91     | 11.60     | 10.87    |
| 45       | 13.64     | 12.49     | 12.81    |
| 46       | 14.00     | 12.51     | 12.15    |
| 47       | 12.95     | 12.21     | 11.27    |
| 48       | 13.32     | 12.38     | 12.08    |
| 49       | 12.22     | 11.84     | 11.91    |
| 50       | 12.35     | 11.95     | 12.11    |
| 51       | 13.96     | 12.52     | 12.23    |
| 53       | 13.38     | 12.17     | 11.88    |
| 54       | 13.63     | 11.68     | 11.20    |
| 55       | 13.66     | 12.54     | 12.65    |
| 57       | 14.14     | 12.68     | 12.19    |
| 58       | 13.18     | 12.36     | 12.33    |
| 59       | 12.24     | 11.68     | 12.05    |
| 60       | 13.62     | 12.20     | 12.02    |
| 64       | 12.87     | 12.15     | 12.19    |
| 65       | 12.66     | 12.25     | 12.32    |
| 67       | 13.26     | 11.97     | 12.00    |
| 68       | 13.67     | 12.89     | 12.60    |
| 69       | 13.28     | 12.58     | 12.47    |
| 71       | 13.02     | 12.36     | 12.64    |
| 72       | 13.50     | 11.79     | 10.98    |
| 73       | 13.59     | 12.31     | 11.87    |
| 74       | 13.29     | 12.51     | 12.28    |
| 77       | 13.50     | 11.97     | 10.88    |
| 78       | 13.11     | 12.27     | 12.25    |
| 82       | 14.06     | 12.65     | 12.57    |
| 84       | 12.46     | 11.78     | 11.88    |
| 85       | 12.45     | 12.51     | 12.41    |
| 86       | 13.19     | 12.11     | 11.87    |
| 87       | 12.67     | 11.48     | 11.02    |
| 88       | 12.24     | 11.30     | 11.38    |
| 89       | 12.84     | 12.31     | 12.47    |
| 90       | 12.80     | 12.06     | 11.95    |
| 91       | 11.68     | 11.36     | 11.54    |
| 92       | 13.24     | 12.66     | 12.54    |
| 93       | 13.06     | 12.30     | 11.89    |
| 94       | 13.12     | 12.37     | 12.30    |

D.W.7

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 11.70     | 11.87     | 11.53    |
| 2        | 11.72     | 11.44     | 11.62    |
| 3        | 12.24     | 11.65     | 11.74    |
| 4        | 12.85     | 11.75     | 10.71    |
| 5        | 12.10     | 11.58     | 10.74    |
| 6        | 12.70     | 12.21     | 12.24    |
| 7        | 12.24     | 11.93     | 11.50    |
| 8        | 11.23     | 11.25     | 11.40    |
| 9        | 12.20     | 11.48     | 11.73    |
| 10       | 13.40     | 12.50     | 11.63    |
| 11       | 12.74     | 12.29     | 11.93    |
| 12       | 12.96     | 12.58     | 12.37    |



## Milchstraßenfeld VI

D.W. 10

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.46     | 11.72     | 11.57    |
| 2        | 13.30     | 11.84     | 11.75    |
| 3        | 13.15     | 11.90     | 12.21    |
| 4        | 13.57     | 12.33     | 12.65    |
| 5        | 11.28     | 10.75     | 11.29    |
| 7        | 14.09     | 12.40     | 12.63    |
| 8        | 13.95     | 12.69     | 12.44    |
| 9        | 13.89     | 12.32     | 12.31    |
| 10       | 12.26     | 11.47     | 11.35    |
| 11       | 12.26     | 11.14     | 10.80    |
| 12       | 14.15     | 12.73     | 12.43    |
| 13       | 14.17     | 12.66     | 12.48    |
| 14       | 13.43     | 12.63     | 12.48    |
| 15       | 14.00     | 12.87     | 12.58    |
| 21       | 13.43     | 11.75     | 11.51    |
| 22       | 12.80     | 12.19     | 12.28    |
| 23       | 13.43     | 12.16     | 12.54    |

D.W. 11

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.31     | 12.62     | 12.61    |
| 2        | 13.61     | 12.20     | 11.39    |
| 3        | 13.63     | 12.16     | 11.48    |
| 4        | 13.44     | 11.84     | 11.16    |
| 5        | 13.70     | 12.41     | 12.64    |
| 6        | 13.79     | 12.46     | 12.20    |
| 7        | 12.75     | 12.19     | 12.07    |
| 8        | 14.02     | 12.78     | 12.56    |
| 9        | 11.90     | 12.02     | 11.67    |
| 10       | 13.61     | 12.59     | 12.47    |
| 11 a     | 13.45     | 12.36     | 12.17    |
| 12 a     | 13.05     | 12.45     | 12.22    |
| 13 a     | 13.88     | 12.64     | 12.52    |
| 14 a     | 12.97     | 12.39     | 12.23    |
| 15 a     | 12.22     | 11.88     | 11.93    |
| 16 a     | 12.45     | 11.70     | 11.69    |
| 17 a     | 12.50     | 12.02     | 12.01    |
| 18 a     | 13.51     | 11.97     | 11.09    |
| 19 a     | 12.46     | 11.49     | 11.06    |
| 11 b     | 13.59     | 12.42     | 12.48    |
| 12 b     | 12.63     | 12.17     | 12.20    |
| 13 b     | 13.26     | 11.75     | 11.48    |
| 14 b     | 11.83     | 11.42     | 11.67    |
| 15 b     | 13.18     | 11.97     | 11.88    |
| 16 b     | 13.43     | 12.52     | 12.14    |
| 17 b     | 13.41     | 12.54     | 12.49    |
| 18 b     | 12.28     | 11.66     | 11.84    |
| 19 b     | 13.91     | 12.30     | 12.04    |
| 20       | 12.42     | 11.97     | 12.12    |
| 21       | 14.11     | 12.82     | 11.96    |
| 22       | 12.25     | 11.60     | 11.72    |
| 23       | 13.15     | 12.45     | 12.47    |
| 24       | 12.85     | 12.09     | 12.13    |
| 25       | 12.66     | 11.86     | 11.70    |
| 26       | 13.22     | 12.29     | 12.24    |
| 27 a     | 13.82     | 12.50     | 12.29    |

D.W. 11

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 27 b     | 12.93     | 11.48     | 11.06    |
| 28       | 13.07     | 11.65     | 11.50    |
| 29       | 11.75     | 10.72     | 10.66    |
| 30       | 13.09     | 11.24     | 11.26    |
| 31       | 13.11     | 12.48     | 12.29    |
| 32       | 11.89     | 11.82     | 12.15    |
| 33       | 13.09     | 12.45     | 11.93    |
| 34       | 12.75     | 12.28     | 12.20    |
| 35       | 13.14     | 11.87     | 11.87    |
| 36       | 13.45     | 12.38     | 12.54    |
| 37       | 11.46     | 11.16     | 11.75    |
| 38       | 12.40     | 11.88     | 11.78    |
| 39       | 13.82     | 12.72     | 12.65    |
| 40       | 12.66     | 12.27     | 12.48    |
| 41       | 12.54     | 12.15     | 12.31    |
| 42       | 12.89     | 12.08     | 12.19    |
| 43       | 13.72     | 12.63     | 12.31    |
| 44       | 13.15     | 12.08     | 11.83    |
| 45       | 12.80     | 11.99     | 11.98    |
| 46       | 12.62     | 12.17     | 12.22    |
| 47       | 13.35     | 12.14     | 12.28    |
| 48       | 12.08     | 11.44     | 11.47    |
| 49       | 12.50     | 11.91     | 12.03    |
| 50       | 13.05     | 12.16     | 12.00    |
| 51       | 13.59     | 12.09     | 12.12    |
| 52       | 12.57     | 11.67     | 11.45    |
| 53       | 14.37     | 12.67     | 11.64    |
| 54       | 13.81     | 12.34     | 11.90    |
| 55       | 12.60     | 12.31     | 11.88    |
| 56       | 12.74     | 11.85     | 11.85    |
| 57       | 12.04     | 11.48     | 11.36    |
| 58       | 13.31     | 11.91     | 11.74    |
| 59       | 13.40     | 11.76     | 11.42    |
| 60       | 13.19     | 12.11     | 11.72    |
| 61       | 12.46     | 12.06     | 12.09    |
| 62       | 13.49     | 12.64     | 12.30    |
| 63       | 13.77     | 12.68     | 12.62    |
| 64       | 12.38     | 11.76     | 12.00    |
| 65       | 13.36     | 12.53     | 12.31    |
| 66       | 13.29     | 12.51     | 12.25    |
| 67       | 13.17     | 12.15     | 11.43    |
| 68       | 12.80     | 11.49     | 10.93    |
| 69       | 12.78     | 11.73     | 11.36    |
| 70       | 13.16     | 12.46     | 12.08    |
| 71       | 11.14     | 11.00     | 11.31    |
| 72       | 13.38     | 12.08     | 11.98    |
| 73       | 13.58     | 12.52     | 12.44    |
| 74       | 13.97     | 12.63     | 12.05    |
| 75       | 13.42     | 12.49     | 12.46    |

D.W. 10

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 16       | 13.58     | 12.67     | 12.49    |
| 17       | 13.20     | 12.14     | 12.13    |
| 18       | 12.78     | 11.82     | 12.24    |
| 19       | 13.25     | 12.34     | 12.24    |
| 20       | 13.75     | 12.02     | 11.81    |
| 24       | 12.96     | 12.08     | 12.11    |
| 25       | 13.09     | 11.10     | 10.77    |
| 26       | 13.40     | 12.11     | 12.25    |
| 27       | 12.79     | 11.74     | 11.89    |
| 28       | 12.36     | 11.49     | 11.85    |
| 29       | 12.77     | 12.29     | 12.22    |
| 30       | 12.70     | 12.06     | 12.48    |
| 31       | 12.51     | 11.61     | 12.13    |
| 32       | 12.09     | 11.34     | 11.09    |
| 33       | 13.45     | 12.41     | 12.31    |

## Milchstraßenfeld VI

D.W. 12

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.06     | 12.07     | 12.23    |
| 2        | 14.30     | 12.44     | 12.82    |
| 3        | 13.20     | 12.22     | 12.69    |
| 4        | 13.55     | 12.07     | 11.96    |
| 5        | 13.56     | 12.09     | 11.91    |
| 6        | 13.50     | 12.15     | 12.35    |
| 7        | 13.92     | 12.62     | 12.58    |
| 8        | 13.47     | 12.50     | 12.63    |
| 9        | 13.23     | 12.71     | 12.73    |
| 10       | 13.18     | 12.78     | 12.60    |
| 11       | 12.85     | 12.12     | 12.18    |
| 12       | 12.65     | 12.25     | 12.31    |
| 13       | 13.38     | 12.22     | 12.26    |
| 14       | 12.73     | 12.04     | 12.22    |
| 15       | 13.44     | 11.83     | 11.90    |
| 16       | 13.52     | 12.74     | 12.38    |
| 17       | 13.90     | 12.92     | 12.77    |
| 18       | 13.60     | 12.70     | 12.66    |
| 19       | 13.30     | 12.23     | 12.09    |
| 20       | 13.69     | 12.11     | 12.05    |
| 21       | 13.08     | 11.35     | 11.27    |
| 22       | 14.49     | 12.70     | 12.65    |
| 23       | 13.13     | 12.77     | 12.62    |
| 24       | 13.33     | 12.37     | 12.39    |
| 25       | 13.24     | 12.81     | 12.53    |
| 26       | 13.16     | 12.48     | 12.67    |
| 27       | 13.59     | 11.55     | 11.52    |
| 28       | 13.75     | 12.88     | 12.77    |
| 29       | 13.34     | 11.59     | 11.58    |

D.W. 12

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 32       | 12.75     | 12.15     | 12.51    |
| 33       | 12.14     | 12.55     | 12.40    |
| 34       | 12.46     | 11.85     | 12.00    |
| 35       | 13.55     | 12.79     | 12.68    |
| 36       | 13.20     | 12.66     | 12.41    |
| 37       | 12.90     | 12.02     | 12.05    |
| 38       | 12.42     | 11.74     | 11.80    |
| 39       | 11.76     | 11.55     | 12.04    |
| 40       | 13.04     | 12.62     | 12.68    |
| 41       | 13.28     | 12.52     | 12.53    |
| 42       | 13.14     | 11.73     | 11.89    |
| 43       | 12.50     | 12.17     | 12.36    |
| 44       | 12.57     | 12.39     | 12.14    |
| 45       | 12.12     | 11.79     | 12.10    |
| 46       | 12.97     | 12.21     | 12.39    |
| 47       | 12.99     | 12.43     | 12.58    |
| 48       | 12.73     | 12.22     | 12.45    |
| 49       | 12.96     | 12.15     | 12.58    |
| 50       | 13.92     | 12.44     | 12.60    |
| 51       | 13.14     | 12.48     | 12.65    |
| 52       | 13.21     | 12.42     | 12.59    |
| 53       | 13.96     | 12.13     | 12.32    |
| 54       | 14.18     | 12.11     | 11.93    |
| 55       | 13.17     | 11.94     | 11.92    |
| 56       | 13.28     | 11.69     | 11.93    |
| 57       | 12.98     | 11.78     | 11.82    |
| 58       | 13.46     | 11.52     | 11.49    |
| 59       | 12.46     | 12.21     | 12.17    |
| 60       | 12.74     | 12.18     | 12.63    |
| 61       | 12.30     | 11.78     | 12.14    |

D.W. 13

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.73     | 12.48     |          |
| 2        | 14.32     | 12.20     |          |
| 3        | 13.57     | 12.43     |          |
| 4        | 14.04     | 12.52     |          |
| 5        | 13.85     | 12.35     |          |
| 6        | 13.60     | 12.28     |          |
| 7        | 13.44     | 12.22     |          |
| 8        | 13.54     | 12.18     |          |
| 9        | 12.18     | 10.38     |          |
| 10       | 10.42     | 10.26     |          |
| 11       | 14.05     | 12.14     |          |
| 12       | 13.70     | 11.36     |          |
| 13       | 12.07     | 10.54     |          |
| 14       | 11.88     | 10.22     |          |
| 15       | 11.45     | 10.72     |          |
| 16       | 12.62     | 11.74     |          |
| 17       | 12.69     | 11.62     |          |
| 18       | 13.12     | 12.55     |          |
| 19       | 13.59     | 12.58     |          |
| 20       | 13.24     | 12.16     |          |
| 21       | 12.73     | 11.86     |          |
| 22       | 10.62     | 10.38     |          |
| 23       | 11.89     | 10.95     |          |
| 24       | 13.60     | 12.34     |          |
| 25       | 13.13     | 12.20     |          |
| 26       | 12.47     | 11.30     |          |
| 27       | 13.63     | 11.17     |          |
| 28       | 14.26     | 12.14     |          |
| 29       | 13.72     | 12.42     |          |
| 30       | 13.53     | 12.48     |          |
| 31       | 13.48     | 12.18     |          |
| 32       | 13.73     | 12.12     |          |
| 33       | 13.78     | 11.86     |          |
| 36       | 12.64     | 11.48     |          |
| 37       | 11.97     | 10.35     |          |
| 38       | 12.11     | 11.16     |          |
| 39       | 13.64     | 12.72     |          |
| 40       | 11.39     | 10.76     |          |



## Milchstraßenfeld VI

D.W. 13

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb |
|----------|-----------|-----------|
| 40 a     | 11.84     | 10.80     |
| 41       | 13.49     | 12.28     |
| 42       | 13.00     | 12.02     |
| 43       | 13.27     | 12.22     |
| 44       | 11.64     | 11.08     |
| 45       | 12.38     | 11.54     |
| 46       | 13.68     | 12.44     |
| 47       | 13.68     | 12.56     |
| 48       | 11.90     | 11.36     |
| 49       | 12.90     | 11.12     |
| 50       | 13.59     | 12.06     |
| 51       | 13.88     | 12.70     |
| 52       | 13.42     | 11.12     |
| 53       | 10.26     | 10.24     |
| 54       | 12.18     | 11.36     |
| 55       | 13.71     | 12.38     |
| 56       | 13.88     | 12.70     |
| 57       | 13.48     | 12.00     |
| 58       | 13.35     | 11.34     |
| 59       | 11.55     | 10.84     |
| 60       | 11.92     | 11.15     |
| 61       | 13.25     | 12.06     |
| 62       | 13.88     | 12.76     |
| 63       | 13.42     | 12.28     |
| 64       | 13.09     | 11.70     |
| 65       | 13.22     | 12.25     |
| 66       | 13.40     | 12.38     |
| 67       | 13.20     | 12.58     |
| 68       | 13.43     | 11.74     |
| 69       | 13.63     | 11.70     |
| 70       | 13.68     | 12.56     |
| 71       | 13.92     | 12.28     |
| 71a      | 12.39     | 11.26     |
| 73       | 13.29     | 12.28     |
| 74       | 12.74     | 11.38     |
| 75       | 13.62     | 11.76     |

D.W. 13

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb |
|----------|-----------|-----------|
| 76       | 12.05     | 11.30     |
| 77       | 11.82     | 10.88     |
| 78       | 10.79     | 10.60     |
| 79       | 10.16     | 10.44     |
| 80       | 11.12     | 10.72     |
| 81       | 13.29     | 12.38     |
| 82       | 13.33     | 12.18     |
| 83       | 13.20     | 12.36     |
| 84       | 13.08     | 11.36     |
| 85       | 12.46     | 11.72     |
| 86       | 13.57     | 11.95     |
| 87       | 13.60     | 12.52     |
| 88       | 12.54     | 11.86     |
| 89       | 12.50     | 11.50     |
| 90       | 13.32     | 12.52     |
| 91       | 12.44     | 11.48     |
| 92       | 13.80     | 12.40     |
| 93       | 13.96     | 12.38     |
| 94       | 11.10     | 10.70     |
| 95       | 13.19     | 11.45     |
| 96       | 13.80     | 12.34     |
| 97       | 12.30     | 10.74     |
| 98       | 13.07     | 11.76     |
| 99       | 13.49     | 11.58     |
| 100      | 13.63     | 12.22     |
| 101      | 13.21     | 12.10     |
| 102      | 12.76     | 11.82     |
| 103      | 11.01     | 10.66     |
| 104      | 12.61     | 10.80     |
| 105      | 13.36     | 12.37     |
| 106      | 13.53     | 12.45     |
| 107      | 13.76     | 12.32     |
| 108      | 11.12     | 10.86     |
| 109      | 11.48     | 10.66     |
| 111      | 11.15     | 10.94     |
| 112      | 13.51     | 11.52     |

D.W. 13

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb |
|----------|-----------|-----------|
| 113      | 13.61     | 12.40     |
| 114      | 14.04     | 12.14     |
| 115      | 13.99     | 12.52     |
| 117      | 12.08     | 11.42     |
| 118      | 13.95     | 12.11     |
| 120      | 11.38     | 10.94     |
| 121      | 10.86     | 10.38     |
| 122      | 14.24     | 12.64     |
| 123      | 13.44     | 12.36     |
| 124      | 11.82     | 10.72     |
| 125      | 12.54     | 12.03     |
| 126      | 13.06     | 12.34     |
| 127      | 12.47     | 11.58     |
| 128      | 12.56     | 12.12     |
| 129      | 11.98     | 10.45     |
| 131      | 13.01     | 12.50     |
| 132      | 11.37     | 10.32     |
| 133      | 13.74     | 12.78     |
| 134      | 11.61     | 10.75     |
| 135      | 10.86     | 10.20     |
| 136      | 11.60     | 10.78     |
| 137      | 13.53     | 12.28     |
| 138      | 11.68     | 11.03     |
| 139      | 13.57     | 12.76     |
| 140      | 12.06     | 11.54     |
| 141      | 12.54     | 11.62     |
| 142      | 12.59     | 11.84     |
| 143      | 11.88     | 11.18     |
| 144      | 10.97     | 10.60     |
| 145      | 11.03     | 10.48     |
| 146      | 13.85     | 12.61     |
| 147      | 13.53     | 12.44     |
| 148      | 12.48     | 11.86     |
| 149      | 12.29     | 11.22     |

## Milchstraßenfeld VII

47

D.W. 1

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 9.80      | 9.01      | 8.22     |
| 2        | 13.83     | 12.91     | 12.12    |
| 3        | 13.15     | 12.61     | 12.01    |
| 4        | 10.55     | 9.99      | 8.98     |
| 5        | 11.20     | 10.56     | 9.68     |
| 6        | 13.02     | 12.36     | 11.84    |
| 7        | 12.46     | 11.82     | 11.36    |
| 8        | 13.43     | 12.81     | 12.38    |
| 9        | 12.74     | 12.05     | 11.44    |
| 10       | 13.13     | 11.83     | 10.40    |
| 11       | 12.44     | 11.91     | 11.38    |
| 12       | 13.03     | 12.29     | 11.56    |
| 13       | 13.46     | 12.91     | 12.44    |
| 14       | 13.36     | 12.87     | 12.53    |
| 15       | 10.40     | 9.99      | 8.80     |
| 16       | 13.11     | 12.63     | 12.04    |
| 17       | 11.39     | 10.84     | 10.41    |
| 18       | 11.11     | 10.38     | 9.66     |
| 19       | 13.48     | 12.89     | 12.12    |
| 20       | 13.03     | 12.62     | 12.08    |
| 21       | 13.04     | 12.59     | 11.80    |
| 22       | 11.89     | 11.28     | 10.74    |
| 23       | 9.48      | 9.74      | 8.78     |
| 24       | 12.43     | 12.17     | 11.82    |
| 25       | 13.03     | 12.53     | 12.05    |
| 26       | 13.31     | 12.83     | 12.38    |
| 27       | 11.15     | 10.57     | 10.35    |
| 28       | 11.64     | 11.07     | 10.70    |
| 29       | 12.87     | 11.97     | 11.05    |
| 30       | 12.69     | 12.17     | 11.84    |
| 31       | 13.06     | 12.57     | 12.06    |
| 32       | 13.48     | 12.71     | 11.87    |
| 33       | 10.36     | 9.51      | 8.90     |
| 46       | 11.33     | 10.70     | 10.40    |
| 47       | 12.75     | 12.17     | 11.74    |
| 48       | 11.74     | 11.52     | 11.30    |
| 49       | 11.12     | 9.98      | 8.78     |
| 50       | 13.24     | 12.72     | 12.26    |
| 51       | 13.01     | 12.43     | 12.03    |
| 52       | 13.03     | 12.43     | 11.94    |
| 53       | 12.15     | 11.69     | 11.41    |
| 54       | 12.37     | 11.48     | 10.70    |
| 55       | 11.66     | 11.35     | 10.74    |
| 56       | 12.29     | 11.70     | 11.26    |
| 57       | 12.87     | 12.25     | 11.65    |
| 58       | 11.76     | 11.44     | 11.06    |
| 59       | 10.60     | 10.05     | 9.12     |
| 60       | 12.97     | 12.41     | 11.74    |
| 61       | 12.98     | 12.37     | 11.75    |
| 62       | 13.01     | 12.59     | 12.27    |
| 63       | 12.97     | 12.47     | 12.08    |

D.W. 1

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 72       | 9.88      | 9.10      | 8.54     |
| 73       | 11.22     | 10.59     | 10.11    |
| 74       | 10.99     | 9.84      | 9.48     |
| 75       | 13.00     | 12.43     | 12.03    |
| 76       | 11.55     | 11.12     | 11.00    |
| 77       | 13.24     | 12.44     | 11.68    |
| 78       | 13.39     | 12.52     | 11.56    |
| 79       | 13.11     | 12.26     | 11.06    |
| 80       | 11.29     | 10.21     | 9.40     |
| 81       | 12.36     | 12.12     | 11.75    |
| 82       | 13.32     | 12.35     | 11.12    |
| 83       | 12.60     | 11.98     | 11.50    |
| 84       | 12.29     | 11.79     | 11.61    |
| 85       | 12.06     | 12.00     | 11.64    |
| 86       | 12.56     | 12.25     | 11.76    |
| 87       | 12.03     | 11.30     | 11.62    |
| 88       | 11.95     | 11.82     | 11.78    |
| 89       | 11.58     | 10.95     | 10.73    |
| 90       | 12.77     | 12.33     | 11.84    |
| 91       | 10.60     | 9.50      | 8.76     |
| 92       | 11.28     | 10.97     | 10.76    |
| 93       | 13.15     | 12.57     | 11.90    |
| 94       | 11.28     | 10.87     | 10.68    |
| 95       | 11.65     | 11.33     | 11.03    |
| 96       | 13.05     | 12.79     | 12.32    |
| 97       | 12.86     | 12.36     | 12.04    |
| 98       | 13.35     | 12.75     | 12.05    |
| 99       | 11.94     | 11.07     | 10.20    |
| 100      | 13.10     | 12.62     | 12.06    |
| 101      | 9.98      | 9.82      | 8.94     |
| 102      | 12.94     | 12.11     | 11.17    |
| 103      | 12.22     | 11.83     | 11.78    |
| 104      | 12.47     | 12.05     | 11.68    |
| 105      | 10.78     | 9.91      | 9.10     |
| 106      | 12.59     | 12.17     | 11.88    |
| 107      | 10.40     | 9.98      | 9.24     |
| 108      | 12.34     | 12.07     | 11.82    |
| 109      | 13.35     | 12.62     | 11.86    |
| 110      | 11.58     | 11.34     | 11.17    |
| 111      | 13.28     | 12.56     | 11.70    |
| 112      | 10.70     | 9.88      | 9.10     |

D.W. 2

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 14.13     | 12.94     | 12.16    |
| 2        | 13.30     | 12.48     | 11.79    |
| 3        | 13.36     | 12.64     | 12.10    |
| 4        | 13.06     | 12.50     | 12.08    |
| 5        | 13.56     | 12.78     | 12.18    |
| 6        | 14.38     | 12.79     | 12.30    |
| 7        | 13.41     | 12.18     | 11.04    |
| 8        | 13.67     | 12.66     | 11.74    |
| 9        | 13.66     | 12.68     | 11.88    |
| 10       | 13.41     | 12.80     | 12.21    |
| 11       | 13.95     | 12.74     | 12.12    |
| 12       | 13.21     | 12.37     | 11.50    |
| 13       | 13.16     | 12.56     | 11.98    |
| 14       | 13.26     | 12.71     | 12.13    |
| 15       | 13.36     | 12.63     | 12.10    |
| 16       | 13.24     | 12.70     | 12.26    |
| 17       | 13.24     | 12.34     | 11.74    |
| 18       | 13.16     | 12.24     | 11.62    |
| 19a      | 13.30     | 12.57     | 12.23    |
| 19b      | 13.12     | 12.01     | 11.28    |
| c        | 12.76     | 11.86     | 11.30    |
| d        | 11.58     | 10.89     | 10.55    |
| e        | 12.81     | 12.15     | 11.93    |
| f        | 11.75     | 11.09     | 10.69    |
| g        | 12.25     | 11.46     | 11.10    |
| h        | 11.51     | 10.90     | 10.20    |
| i        | 12.79     | 11.56     | 10.41    |
| j        | 14.62     | 12.93     | 12.11    |
| k        | 13.13     | 12.61     | 12.22    |



## Milchstraßenfeld VII

D.W. 2

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 20       | 13.80     | 12.75     | 12.23    |
| 21       | 13.54     | 12.73     | 12.24    |
| 22       | 13.17     | 12.73     | 12.26    |
| 23       | 13.23     | 12.62     | 12.36    |
| 24       | 13.18     | 12.66     | 12.04    |
| 25       | 13.44     | 12.90     | 12.32    |
| 26       | 13.93     | 12.84     | 12.23    |
| 27       | 13.35     | 12.62     | 11.81    |
| 28       | 13.14     | 12.67     | 12.31    |
| 29       | 13.66     | 12.72     | 11.60    |
| 30       | 13.58     | 12.82     | 12.01    |
| 31       | 13.33     | 12.65     | 11.94    |
| 32       | 13.49     | 12.69     | 12.02    |
| 33       | 13.10     | 12.39     | 11.84    |
| 34       | 13.83     | 12.86     | 11.76    |
| 35       | 13.40     | 12.75     | 12.11    |
| 36       | 13.27     | 12.61     | 11.70    |
| 37       | 13.67     | 12.57     | 11.69    |
| 38       | 13.33     | 12.50     | 12.46    |
| 39       | 13.29     | 12.71     | 12.00    |
| 40       | 13.87     | 12.67     | 11.93    |
| 41       | 13.32     | 12.50     | 11.96    |
| 42       | 13.39     | 12.81     | 12.17    |
| 43       | 12.91     | 12.10     | 12.00    |
| 44       | 9.95      | 10.25     | 9.84     |
| 45       | 11.85     | 10.23     | 11.01    |
| 46       | 12.38     | 10.81     | 10.58    |
| 47       | 12.78     | 11.98     | 11.74    |
| 48       | 12.69     | 11.68     | 11.32    |
| 49       | 10.50     | 10.48     | 10.15    |
| 50       | 12.03     | 11.55     | 11.51    |
| 51       | 12.10     | 11.70     | 11.39    |
| 52       | 13.07     | 12.31     | 12.10    |
| 53       | 12.93     | 12.15     | 11.84    |
| 54       | 11.31     | 10.83     | 10.72    |
| 55       | 11.55     | 10.34     | 9.16     |
| 56       | 13.13     | 12.01     | 11.21    |

D.W. 3

| *Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1         | 11.89     | 11.17     | 10.48    |
| 2         | 11.07     | 9.56      | 9.00     |
| 3         | 13.09     | 11.75     | 10.62    |
| 4         | 10.35     | 9.17      | 9.02     |
| 5         | 11.31     | 10.71     | 10.36    |
| 6         | 11.52     | 10.90     | 10.76    |
| 7         | 13.15     | 12.60     | 12.12    |
| 8         | 13.31     | 12.56     | 12.24    |
| 9         | 13.37     | 12.35     | 11.73    |
| 10        | 11.92     | 11.28     | 11.14    |
| 11        | 13.41     | 12.72     | 12.08    |
| 12        | 13.40     | 12.66     | 12.11    |
| 13        | 12.41     | 11.55     | 10.82    |
| 14        | 12.83     | 11.77     | 11.30    |
| 15        | 13.78     | 12.82     | 12.06    |
| 16        | 13.34     | 12.68     | 12.16    |
| 17        | 13.31     | 12.65     | 11.73    |
| 18        | 13.57     | 12.84     | 12.32    |
| 19        | 13.87     | 12.50     | 11.04    |
| 20        | 12.99     | 12.31     | 11.78    |
| 21        | 13.06     | 12.35     | 11.72    |
| 22        | 13.08     | 12.30     | 11.63    |
| 23        | 12.89     | 12.45     | 11.85    |
| 24        | 13.22     | 11.74     | 10.32    |
| 25        | 13.32     | 12.64     | 12.28    |
| 54        | 13.27     | 12.76     | 12.16    |
| 55        | 12.99     | 11.98     | 10.62    |
| 56        | 12.89     | 11.95     | 11.58    |

D.W. 3

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 26       | 11.66     | 11.01     | 10.84    |
| 27       | 12.30     | 11.51     | 11.18    |
| 28       | 13.26     | 12.68     | 12.03    |
| 29       | 10.16     | 9.72      | 8.93     |
| 30       | 12.94     | 12.00     | 11.38    |
| 31       | 11.17     | 10.41     | 9.84     |
| 32       | 13.12     | 12.46     | 11.92    |
| 33       | 13.20     | 12.51     | 12.11    |
| 34       | 13.27     | 12.75     | 12.36    |
| 35       | 13.04     | 12.48     | 12.10    |
| 36       | 12.80     | 12.05     | 11.84    |
| 37       | 11.97     | 11.22     | 11.04    |
| 38       | 12.97     | 12.26     | 11.72    |
| 39       | 13.98     | 12.78     | 12.00    |
| 40       | 12.31     | 11.50     | 11.18    |
| 41       | 13.27     | 12.69     | 12.25    |
| 42       | 12.51     | 11.62     | 11.24    |
| 43       | 13.07     | 12.45     | 11.90    |
| 44       | 13.03     | 12.31     | 12.01    |
| 45       | 12.98     | 12.32     | 11.88    |
| 46       | 13.16     | 12.37     | 11.64    |
| 47       | 13.13     | 12.53     | 12.09    |
| 48       | 12.99     | 11.92     | 11.26    |
| 49       | 13.17     | 12.13     | 11.21    |
| 50       | 13.42     | 12.67     | 11.67    |
| 51       | 13.00     | 12.23     | 11.48    |
| 52       | 12.89     | 11.97     | 11.42    |
| 53       | 13.25     | 12.47     | 11.85    |

Anmerkung. \* Nr. 54, 55, 56 liegen auf der Karte außerhalb, sind aber als innerhalb zu rechnen.

## Milchstraßenfeld VII

D.W. 8

| Nr.<br>I | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot |
|----------|------------------|------------------|-----------------|
| 1        | 11.56            | 10.95            | 10.26           |
| 2        | 13.28            | 12.63            | 12.14           |
| 3        | 13.18            | 12.84            | 12.40           |
| 4        | 13.02            | 12.63            | 12.13           |
| 5        | 11.83            | 11.63            | 11.36           |
| 6        | 11.23            | 10.62            | 10.52           |
| 7        | 13.07            | 12.71            | 12.18           |
| 8        | 12.98            | 12.49            | 11.98           |
| 9        | 11.00            | 10.27            | 9.54            |
| 10       | 13.06            | 12.61            | 12.16           |
| 11       | 13.22            | 12.79            | 12.41           |
| 12       | 13.29            | 12.85            | 12.20           |
| 13       | 12.93            | 12.03            | 11.26           |
| 14       | 13.22            | 12.70            | 11.96           |
| 15       | 12.28            | 12.04            | 11.68           |
| 16       | 13.76            | 12.86            | 11.75           |
| 17       | 13.16            | 12.62            | 11.98           |
| 18       | 12.62            | 12.19            | 11.72           |
| 19       | 12.93            | 11.76            | 11.42           |
| 20       | 11.94            | 11.58            | 11.26           |
| 21       | 13.01            | 11.96            | 11.13           |
| 22       | 12.40            | 11.82            | 11.32           |
| 23       | 13.19            | 12.65            | 12.15           |
| 24       | 12.99            | 12.06            | 11.20           |
| 25       | 13.74            | 12.79            | 11.80           |
| 25 a     | 12.89            | 12.54            | 12.20           |
| 26       | 12.93            | 12.47            | 11.84           |
| 27       | 13.20            | 12.52            | 11.60           |
| 28       | 13.32            | 12.71            | 12.22           |
| 29       | 13.16            | 12.56            | 11.58           |
| 30       | 12.72            | 12.48            | 12.14           |
| 31       | 12.70            | 12.37            | 12.08           |
| 32       | 13.10            | 12.72            | 12.24           |
| 33       | 13.98            | 12.74            | 12.04           |

D.W. 8

| Nr.<br>A | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot |
|----------|------------------|------------------|-----------------|
| 34       | 12.10            | 12.00            | 11.62           |
| 35       | 11.68            | 11.78            | 11.56           |
| 36       | 12.09            | 11.63            | 11.13           |
| 37       | 13.17            | 12.66            | 12.02           |
| 38       | 13.14            | 12.52            | 11.70           |
| 39       | 12.31            | 11.87            | 11.24           |
| 40       | 13.63            | 12.82            | 12.04           |
| 41       | 13.01            | 12.70            | 12.12           |
| 42       | 13.33            | 12.73            | 12.08           |
| 43       | 13.69            | 12.77            | 12.10           |
| 44       | 12.26            | 11.56            | 10.92           |
| 45       | 11.70            | 11.59            | 11.66           |
| 46       | 11.18            | 9.97             | 8.64            |
| 47       | 13.24            | 12.71            | 12.10           |
| 48       | 10.60            | 10.23            | 10.02           |
| 49       | 12.23            | 11.51            | 11.00           |
| 50       | 12.29            | 11.98            | 11.54           |
| 51       | 13.65            | 13.00            | 12.45           |
| 52       | 9.34             | 9.61             | 9.00            |
| 53       | 12.16            | 11.27            | 10.81           |
| 54       | 12.97            | 12.10            | 11.30           |
| 55       | 12.24            | 11.65            | 11.24           |
| 56       | 12.16            | 11.80            | 11.29           |
| 57       | 13.22            | 12.83            | 12.26           |
| 58       | 11.26            | 10.26            | 8.92            |
| 59       | 11.10            | 10.21            | 8.62            |
| 60       | 12.85            | 12.54            | 12.28           |
| 61       | 11.37            | 10.77            | 10.84           |
| 62       | 11.01            | 10.19            | 9.00            |
| 63       | 13.43            | 12.79            | 12.20           |
| 64       | 13.27            | 12.45            | 11.50           |
| 65       | 13.13            | 12.35            | 9.68            |
| 66       | 11.66            | 11.26            | 10.98           |
| 67       | 11.66            | 11.25            | 10.90           |
| 68       | 13.11            | 12.59            | 11.66           |
| 69       | 11.98            | 11.68            | 11.24           |
| 69 a     | 13.66            | 12.79            | 12.02           |

## Milchstraßenfeld VIII

D.W. 2

| Nr.<br>I | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot |
|----------|------------------|------------------|-----------------|
| 1        | 9.65             | 8.62             | 8.47            |
| 2        | 12.86            | 12.19            | 12.09           |
| 3        | 13.26            | 12.18            | 11.75           |
| 4        | 13.35            | 12.31            | 11.81           |
| 5        | 11.47            | 10.79            | 11.09           |
| 6        | 12.91            | 11.28            | 10.51           |
| 7        | 13.29            | 12.34            | 11.70           |
| 8        | 11.75            | 10.82            | 10.72           |
| 9        | 10.66            | 9.53             | 9.47            |
| 10       | 12.91            | 11.30            | 10.52           |
| 11       | 11.89            | 11.28            | 11.44           |
| 12       | 13.20            | 11.66            | 10.96           |
| 13       | 13.56            | 12.64            | 11.99           |
| 14       | 11.97            | 10.13            | 9.05            |
| 15       | 12.86            | 11.69            | 11.10           |
| 16       | 11.03            | 9.23             | 7.98            |
| 17       | 11.86            | 10.40            | 10.20           |
| 18       | 13.70            | 12.40            | 11.47           |
| 19       | 13.60            | 12.59            | 12.03           |
| 20       | 13.79            | 12.59            | 12.18           |
| 21       | 11.69            | 11.03            | 11.34           |
| 22       | 12.43            | 11.48            | 11.01           |
| 23       | 13.90            | 12.76            | 11.64           |
| 24       | 12.82            | 12.03            | 11.67           |
| 25       | 11.39            | 10.80            | 10.50           |
| 26       | 11.09            | 9.23             | 8.30            |
| 27       | 14.67            | 12.90            | 11.49           |
| 28       | 12.86            | 11.70            | 11.59           |



## Milchstraßenfeld VIII

D.W. 2

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 29       | 11.13     | 10.16     | 10.59    |
| 30       | 11.48     | 10.55     | 11.05    |
| 31       | 13.06     | 11.42     | 10.23    |
| 32       | 12.10     | 10.73     | 10.59    |
| 33       | 12.13     | 11.33     | 11.48    |
| 34       | 12.85     | 12.01     | 11.45    |
| 35       | 12.99     | 12.30     | 12.07    |
| 36       | 13.34     | 12.44     | 12.16    |
| 37       | 12.19     | 11.70     | 11.44    |
| 38       | 14.63     | 12.78     | 11.89    |
| 39       | 12.64     | 11.64     | 11.43    |
| 40       | 11.72     | 11.48     | 11.52    |
| 41       | 12.87     | 11.91     | 11.75    |
| 42       | 12.60     | 11.41     | 10.98    |
| 43       | 11.44     | 11.20     | 11.26    |
| 44       | 12.81     | 11.66     | 10.86    |
| 45       | 13.19     | 12.39     | 11.32    |
| 46       | 12.79     | 11.72     | 11.08    |
| 47       | 10.87     | 10.30     | 10.88    |
| 48       | 13.11     | 12.17     | 11.77    |
| 49       | 12.78     | 10.98     | 9.50     |
| 50       | 13.47     | 11.63     | 10.29    |
| 51       | 11.91     | 11.32     | 11.34    |
| 52       | 13.42     | 11.61     | 10.31    |

D.W. 5

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 11.24     | 10.47     | 10.82    |
| 2        | 12.73     | 12.03     | 11.84    |
| 3        | 14.47     | 12.93     | 12.17    |
| 4        | 13.11     | 12.44     | 12.18    |
| 5        | 12.74     | 11.61     | 11.66    |
| 6        | 11.39     | 9.95      | 9.19     |
| 7        | 11.30     | 10.61     | 10.78    |
| 8        | 11.00     | 10.49     | 10.67    |
| 9        | 13.67     | 12.20     | 11.77    |
| 10       | 13.07     | 12.54     | 12.08    |
| 11       | 12.67     | 11.33     | 11.45    |
| 12       | 10.75     | 8.64      | 8.07     |
| 13       | 11.54     | 10.21     | 9.16     |
| 14       | 11.13     | 10.97     | 11.14    |
| 15       | 12.65     | 11.34     | 10.67    |
| 16       | 13.39     | 12.56     | 12.03    |
| 17       | 13.55     | 12.58     | 12.19    |
| 18       | 12.79     | 12.26     | 12.09    |
| 19       | 14.18     | 12.92     | 11.90    |
| 20       | 14.14     | 12.46     | 11.82    |
| 21       | 13.59     | 12.69     | 12.12    |
| 22       | 13.77     | 12.39     | 11.65    |
| 23       | 13.64     | 12.51     | 11.80    |
| 24       | 13.99     | 12.62     | 11.83    |
| 25       | 13.43     | 12.28     | 11.64    |

D.W. 5

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 26       | 11.39     | 10.32     | 10.81    |
| 27       | 11.91     | 11.56     | 11.28    |
| 28       | 12.14     | 11.97     | 11.80    |
| 29       | 11.67     | 10.67     | 10.27    |
| 30       | 13.17     | 12.21     | 11.62    |
| 31       | 12.19     | 11.90     | 11.93    |
| 32       | 13.06     | 12.22     | 11.62    |
| 33       | 13.29     | 12.27     | 11.83    |
| 34       | 11.57     | 11.35     | 11.36    |
| 35       | 11.53     | 10.18     | 9.42     |
| 36       | 12.18     | 11.94     | 11.90    |
| 37       | 12.61     | 11.76     | 11.38    |
| 38       | 12.99     | 12.14     | 11.95    |
| 39       | 13.69     | 12.50     | 11.82    |
| 40       | 14.45     | 12.78     | 11.91    |
| 41       | 12.12     | 11.69     | 11.54    |
| 42       | 11.62     | 11.06     | 11.27    |
| 43       | 11.62     | 11.29     | 11.26    |
| 44       | 11.22     | 10.34     | 11.03    |
| 45       | 12.19     | 11.58     | 11.43    |
| 46       | 12.09     | 11.79     | 11.65    |
| 47       | 12.79     | 11.64     | 11.32    |
| 48       | 12.64     | 11.70     | 11.83    |
| 49       | 12.51     | 11.92     | 11.50    |
| 50       | 12.15     | 10.88     | 10.32    |

## Milchstraßenfeld VIII

D.W. 6

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 2        | 13.99     | 12.72     | 12.09    |
| 3        | 14.67     | 12.95     | 12.34    |
| 4        | 13.74     | 12.79     | 12.28    |
| 5        | 13.31     | 12.60     | 11.94    |
| 6        | 11.31     | 11.11     | 10.84    |
| 7        | 11.75     | 11.39     | 11.38    |
| 8        | 13.69     | 12.69     | 11.98    |
| 9        | 13.63     | 12.92     | 12.11    |
| 10       | 13.80     | 12.89     | 12.25    |
| 11       | 13.84     | 12.89     | 12.13    |
| 12       | 13.31     | 12.37     | 11.73    |
| 13       | 14.12     | 12.68     | 11.93    |
| 14       | 11.90     | 12.00     | 11.55    |
| 15       | 14.02     | 12.60     | 11.94    |
| 16       | 12.57     | 12.46     | 11.89    |
| 17       | 13.34     | 12.81     | 12.34    |
| 18       | 13.39     | 12.35     | 11.81    |

D.W. 7

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 13.03     | 12.39     | 12.05    |
| 2        | 13.26     | 12.46     | 11.85    |
| 3        | 13.00     | 12.21     | 11.95    |
| 4        | 13.28     | 12.45     | 12.30    |
| 5        | 13.24     | 12.21     | 11.84    |
| 6        | 13.43     | 12.62     | 12.17    |
| 7        | 13.25     | 12.40     | 12.12    |
| 8        | 14.30     | 13.00     | 12.51    |
| 9        | 14.48     | 13.01     | 12.34    |
| 10       | 14.62     | 13.02     | 12.26    |
| 11       | 14.20     | 12.81     | 12.26    |
| 12       | 14.22     | 12.84     | 12.11    |
| 13       | 13.88     | 12.47     | 11.96    |
| 14       | 12.44     | 11.75     | 11.45    |

D.W. 8

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 9.50      | 8.90      | 7.21     |
| 2        | 11.09     | 10.51     | 10.78    |
| 3        | 13.98     | 12.50     | 11.69    |
| 4        | 12.36     | 11.52     | 11.31    |
| 5        | 13.51     | 12.42     | 11.85    |
| 6        | 13.16     | 12.68     | 11.94    |
| 7        | 12.88     | 10.43     | 9.47     |
| 8        | 13.49     | 12.79     | 12.25    |
| 9        | 13.23     | 12.51     | 12.22    |
| 10       | 13.89     | 12.78     | 12.39    |
| 11       | 11.63     | 10.91     | 10.96    |
| 12       | 11.60     | 11.28     | 11.33    |
| 13       | 11.51     | 10.73     | 10.52    |
| 14       | 13.23     | 12.35     | 12.03    |
| 15       | 12.78     | 12.15     | 11.82    |
| 16       | 12.37     | 11.55     | 11.18    |
| 17       | 12.81     | 12.07     | 11.65    |
| 18       | 13.19     | 12.37     | 12.13    |
| 19       | 14.59     | 12.98     | 12.34    |
| 20       | 13.44     | 12.26     | 11.82    |
| 21       | 13.59     | 12.57     | 12.03    |
| 22       | 11.13     | 9.47      | 8.30     |
| 23       | 12.68     | 11.98     | 11.48    |
| 24       | 9.80      | 9.39      | 9.42     |
| 25       | 11.02     | 10.44     | 10.95    |
| 26       | 12.07     | 10.95     | 10.75    |
| 27       | 13.61     | 12.65     | 12.29    |
| 28       | 12.79     | 12.42     | 11.97    |
| 29       | 10.91     | 10.52     | 10.27    |
| 30       | 11.05     | 10.50     | 10.56    |
| 31       | 10.43     | 9.01      | 8.10     |
| 32       | 11.95     | 10.91     | 10.55    |
| 33       | 11.97     | 11.47     | 11.42    |
| 34       | 9.58      | 8.44      | 7.24     |
| 35       | 12.38     | 12.06     | 12.02    |
| 36       | 11.28     | 10.92     | 11.22    |
| 37       | 10.37     | 9.82      | 10.34    |

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 19       | 13.11     | 12.22     | 11.99    |
| 20       | 12.82     | 12.25     | 11.66    |
| 21       | 12.34     | 11.93     | 11.47    |
| 22       | 12.68     | 12.51     | 12.12    |
| 23       | 12.75     | 12.55     | 11.77    |
| 24       | 12.78     | 12.46     | 12.15    |
| 25       | 12.87     | 11.97     | 11.12    |
| 26       | 11.47     | 11.16     | 10.93    |
| 27       | 12.57     | 12.21     | 11.75    |
| 28       | 13.13     | 12.46     | 12.04    |
| 29       | 12.85     | 12.19     | 11.74    |
| 30       | 9.53      | 8.30      | 7.80     |
| 31       | 13.60     | 12.74     | 12.29    |
| 32       | 13.02     | 11.95     | 11.28    |
| 33       | 13.59     | 12.57     | 12.24    |
| 34       | 13.42     | 12.24     | 11.29    |
| 35       | 11.78     | 11.72     | 11.78    |
| 36       | 13.22     | 12.57     | 12.21    |

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 15       | 12.73     | 12.22     | 11.77    |
| 16       | 13.57     | 12.75     | 12.11    |
| 17       | 13.80     | 12.51     | 11.46    |
| 18       | 12.70     | 12.11     | 11.90    |
| 19       | 12.83     | 11.99     | 11.39    |
| 20       | 12.82     | 12.46     | 12.16    |
| 21       | 13.20     | 12.40     | 11.91    |
| 22       | 12.99     | 12.02     | 11.54    |
| 23       | 13.24     | 12.47     | 12.03    |
| 24       | 12.71     | 11.61     | 11.14    |
| 25       | 12.86     | 12.17     | 11.66    |
| 26       | 12.74     | 12.13     | 11.69    |
| 27       | 14.27     | 12.71     | 11.96    |
| 28       | 13.19     | 12.18     | 11.89    |



## Milchstraßenfeld VIII

D.W. 8

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 38       | 12.94     | 12.04     | 11.07    |
| 39       | 11.73     | 11.65     | 11.50    |
| 40       | 11.96     | 10.94     | 10.15    |
| 41       | 11.38     | 10.91     | 10.16    |
| 42       | 11.28     | 11.23     | 11.48    |
| 43       | 11.85     | 11.57     | 11.61    |
| 44       | 12.66     | 11.48     | 11.04    |
| 45       | 12.27     | 11.88     | 11.53    |
| 46       | 12.69     | 12.13     | 11.57    |
| 47       | 12.54     | 12.34     | 11.91    |
| 48       | 11.37     | 10.91     | 11.07    |
| 49       | 11.44     | 11.16     | 11.24    |
| 50       | 11.60     | 11.10     | 11.16    |
| 51       | 11.91     | 11.48     | 11.15    |
| 52       | 11.73     | 10.67     | 10.43    |
| 53       | 11.02     | 10.21     | 10.48    |
| 54       | 13.49     | 11.91     | 10.81    |
| 55       | 13.55     | 11.93     | 10.86    |
| 56       | 14.12     | 12.73     | 11.91    |
| 57       | 13.00     | 12.53     | 12.10    |
| 58       | 11.73     | 10.96     | 10.27    |
| 59       | 11.30     | 10.39     | 10.01    |
| 60       | 11.76     | 10.97     | 10.54    |
| 61       | 12.71     | 12.47     | 12.14    |
| 62       | 13.56     | 12.67     | 12.17    |
| 63       | 12.29     | 11.94     | 11.64    |
| 64       | 11.83     | 11.47     | 11.17    |
| 65       | 12.08     | 11.70     | 11.48    |
| 66       | 11.32     | 10.83     | 10.78    |
| 67       | 11.35     | 10.34     | 9.89     |
| 68       | 12.34     | 11.67     | 11.12    |
| 69       | 12.24     | 12.09     | 11.68    |
| 70       | 12.21     | 11.44     | 10.83    |
| 71       | 11.35     | 11.02     | 11.18    |
| 72       | 11.97     | 11.42     | 11.34    |
| 73       | 11.94     | 11.80     | 11.84    |
| 74       | 11.24     | 10.82     | 10.78    |

D.W. 9

| Nr.<br>I | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1        | 9.50      | 8.70      | 7.49     |
| 2        | 12.21     | 10.59     | 9.68     |
| 3        | 12.73     | 12.30     | 11.86    |
| 4        | 12.44     | 12.17     | 12.16    |
| 5        | 10.84     | 10.14     | 10.53    |
| 6        | 12.56     | 11.92     | 11.79    |
| 7        | 13.34     | 11.91     | 11.46    |
| 8        | 12.13     | 11.71     | 11.67    |
| 9        | 13.42     | 11.91     | 11.09    |
| 10       | 11.94     | 11.13     | 11.58    |
| 11       | 11.81     | 11.39     | 11.51    |
| 12       | 12.79     | 12.06     | 12.05    |
| 13       | 12.85     | 11.84     | 11.64    |
| 14       | 14.06     | 12.40     | 11.72    |
| 15       | 13.79     | 12.59     | 11.97    |
| 16       | 13.35     | 12.18     | 11.45    |
| 17       | 11.52     | 10.50     | 10.25    |
| 18       | 12.44     | 11.30     | 10.60    |
| 19       | 12.90     | 12.11     | 11.76    |
| 20       | 12.19     | 11.64     | 11.43    |
| 21       | 10.78     | 10.23     | 10.66    |
| 22       | 13.24     | 12.49     | 12.01    |
| 23       | 13.17     | 12.16     | 11.90    |
| 24       | 13.82     | 12.65     | 12.02    |
| 25       | 12.28     | 11.87     | 11.89    |
| 26       | 12.95     | 12.40     | 12.01    |
| 27       | 13.32     | 12.20     | 11.58    |
| 28       | 12.17     | 10.78     | 10.40    |
| 29       | 13.06     | 11.48     | 10.77    |
| 30       | 11.04     | 10.42     | 10.40    |
| 31       | 12.86     | 11.97     | 11.17    |
| 32       | 13.28     | 12.42     | 12.25    |
| 33       | 13.60     | 12.75     | 11.98    |
| 34       | 14.39     | 12.55     | 12.06    |
| 35       | 11.47     | 9.88      | 9.64     |

D.W. 9

| Nr.<br>A | m<br>blau | m<br>gelb | m<br>rot |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 36       | 11.38     | 10.99     | 11.47    |
| 37       | 13.83     | 12.52     | 11.74    |
| 38       | 11.06     | 10.30     | 10.95    |
| 39       | 13.11     | 11.85     | 11.40    |
| 40       | 13.79     | 12.33     | 11.81    |
| 41       | 13.05     | 12.05     | 11.89    |
| 42       | 10.72     | 9.81      | 10.38    |
| 43       | 12.57     | 11.81     | 11.64    |
| 44       | 14.71     | 12.64     | 11.94    |
| 45       | 12.92     | 12.04     | 11.69    |
| 46       | 12.23     | 11.28     | 11.14    |
| 47       | 11.02     | 9.51      | 9.15     |
| 48       | 13.26     | 12.05     | 11.43    |
| 49       | 13.06     | 12.18     | 11.85    |
| 50       | 13.25     | 11.98     | 11.73    |
| 51       | 11.85     | 11.59     | 11.83    |
| 52       | 11.70     | 11.40     | 11.71    |
| 53       | 12.55     | 10.86     | 9.80     |
| 54       | 11.70     | 11.68     | 11.59    |
| 55       | 12.95     | 12.25     | 11.99    |
| 56       | 13.30     | 11.74     | 11.04    |
| 57       | 12.09     | 11.41     | 11.61    |
| 58       | 12.33     | 11.41     | 10.95    |
| 59       | 12.06     | 11.71     | 11.35    |
| 60       | 10.96     | 10.19     | 10.86    |
| 61       | 12.83     | 11.44     | 10.96    |
| 62       | 11.63     | 10.71     | 10.89    |
| 63       | 12.27     | 10.78     | 10.37    |
| 64       | 12.47     | 11.65     | 11.64    |
| 65       | 13.06     | 11.68     | 10.96    |
| 66       | 12.40     | 11.78     | 11.61    |
| 67       | 12.50     | 11.95     | 11.94    |
| 68       | 12.82     | 11.31     | 10.89    |
| 69       | 11.11     | 10.77     | 11.13    |
| 70       | 13.92     | 12.39     | 11.38    |

# Katalog der Helligkeiten

## Zusatzsterne der PSD aus Milchstraßenfeld VI

| Nr. | PSD  | <i>m</i> blau<br>PSD | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot | Nr. | PSD  | <i>m</i> blau<br>PSD | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot |
|-----|------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-----|------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1   | 874  | 11.1                 | 11.74            | 11.22            | 11.52           | 31  | 845  | 10.9                 | 10.96            | 10.56            | 10.93           |
| 2   | 841  | 11.3                 | 10.88            | 10.52            | 10.80           | 32  | 515  | 11.3                 | 11.46            | 11.21            | 11.30           |
| 3   | 949  | 11.3                 | 11.54            | 11.20            | 11.38           | 33  | 420  | 11.3                 | 11.21            | 10.82            | 10.88           |
| 4   | 875  | 11.3                 | 11.22            | 11.30            | 11.49           | 34  | 478  | 11.1                 | 11.10            | 10.96            | 10.78           |
| 5   | 690  | 11.3                 | 11.20            | 10.92            | 10.96           | 35  | 421  | 11.3                 | 11.20            | 10.75            | 10.89           |
| 6   | 793  | 11.1                 | 10.96            | 10.92            | 11.03           | 36  | 317  | 11.3                 | 11.34            | 10.98            | 11.38           |
| 7   | 891  | 11.3                 | 11.33            | 11.35            | 11.34           | 37  | 539  | 10.9                 | 10.60            | 10.38            | 10.75           |
| 8   | 887  | 11.3                 | 10.92            | 10.96            | 11.16           | 38  | 1046 | 11.1                 | 10.88            | 10.70            | 10.85           |
| 9   | 895  | 11.3                 | 11.34            | 10.58            | 10.64           | 39  | 1094 | 11.3                 | 11.26            | 10.92            | 11.06           |
| 10  | 799  | 11.3                 | 11.30            | 10.70            | 10.48           | 40  | 1261 | 10.9                 | 10.92            | 10.64            | 10.92           |
| 11  | 952  | 11.3                 | 11.26            | 11.01            | 11.10           | 41  | 52   | 11.3                 | 11.40            | 10.96            | 11.16           |
| 12  | 987  | 11.1                 | 11.15            | 10.88            | 11.08           | 42  | 20   | 11.1                 | 11.04            | 10.72            | 11.03           |
| 13  | 1031 | 10.7                 | 10.82            | 10.48            | 10.64           | 43  | 158  | 10.9                 | 11.14            | 10.42            | 10.45           |
| 14  | 1194 | 11.0                 | 11.32            | 11.12            | 11.32           | 44  | 137  | 11.1                 | 11.12            | 10.60            | 10.65           |
| 15  | 1193 | 11.1                 | 10.94            | 10.40            | 10.43           | 45  | 148  | 11.3                 | 11.30            | 10.76            | 11.18           |
| 16  | 1210 | 11.3                 | 11.86            | 11.39            | 11.55           | 46  | 382  | 11.3                 | 11.30            | 10.54            | 10.50           |
| 17  | 1221 | 11.3                 | 11.40            | 11.18            | 11.37           | 47  | 619  | 10.9                 | 10.96            | 10.84            | 11.13           |
| 18  | 1390 | 10.9                 | 10.92            | 10.26            | 10.40           | 48  | 686  | 11.3                 | 11.40            | 10.76            | 10.97           |
| 19  | 1376 | 11.3                 | 11.30            | 10.54            | 10.56           | 49  | 883  | 11.3                 | 10.88            | 10.50            | 10.73           |
| 20  | 1363 | 11.0                 | 10.06            | 10.20            | 10.45           | 50  | 1146 | 11.1                 | 11.18            | 10.60            | 10.90           |
| 21  | 1582 | 11.3                 | 11.20            | 10.90            | 11.22           | 51  | 1418 | 10.9                 | 11.46            | 11.00            | 11.31           |
| 22  | 1699 | 11.3                 | 11.22            | 10.34            | 10.51           | 52  | 1488 | 11.3                 | 11.39            | 10.71            | 10.95           |
| 23  | 1732 | 10.9                 | 10.82            | 10.74            | 10.87           | 53  | 1696 | 10.7                 | 11.02            | 10.54            | 10.88           |
| 24  | 1730 | 11.3                 | 11.18            | 10.94            | 11.09           | 54  | 1964 | 11.3                 | 11.30            | 10.72            | 10.97           |
| 25  | 1604 | 11.3                 | 11.28            | 11.02            | 11.11           | 55  | 1982 | 11.1                 | 10.92            | 10.82            | 10.72           |
| 26  | 1590 | 11.3                 | 10.88            | 10.78            | 11.11           | 56  | 1996 | 11.3                 | 10.64            | 10.26            | 10.53           |
| 27  | 1320 | 11.3                 | 11.60            | 10.82            | 10.90           | 57  | 1855 | 10.5                 | 10.56            | 10.28            | 10.44           |
| 28  | 1288 | 11.3                 | 11.41            | 10.66            | 10.80           | 58  | 1856 | 11.3                 | 10.64            | 10.52            | 10.84           |
| 29  | 1206 | 11.3                 | 11.46            | 11.33            | 11.39           | 59  | 1787 | 11.1                 | 11.72            | 10.60            | 11.00           |
| 30  | 1227 | 11.3                 | 11.14            | 10.98            | 11.10           | 60  | 204  | 10.3                 | 10.86            | 10.22            | 10.40           |



## Zusatzsterne der PSD aus Milchstraßenfeld VII

| Nr. | PSD | <i>m</i> blau<br>PSD | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot | Nr. | PSD | <i>m</i> blau<br>PSD | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot |
|-----|-----|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-----|-----|----------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1   | 885 | 11.5                 | 11.95            | 11.63            | 11.49           | 31  | 781 | 11.6                 | 12.55            | 12.23            | 12.08           |
| 2   | 952 | 11.3                 | 11.12            | 10.90            | 10.82           | 32  | 772 | 11.2                 | 10.91            | 10.77            | 10.62           |
| 3   | 920 | 11.6                 | 12.61            | 12.40            | 11.89           | 33  | 700 | 11.4                 | 11.94            | 11.62            | 11.54           |
| 4   | 929 | 11.4                 | 11.49            | 11.29            | 11.42           | 34  | 666 | 10.7                 | 11.17            | 10.46            | 9.68            |
| 6   | 953 | 11.2                 | 11.52            | 10.95            | 10.29           | 35  | 568 | 10.4                 | 11.66            | 11.71            | 11.74           |
| 7   | 921 | 11.6                 | 12.12            | 11.04            | 10.36           | 36  | 341 | 11.8                 | 12.18            | 11.99            | 11.64           |
| 8   | 931 | 11.2                 | 11.74            | 11.72            | 11.44           | 37  | 437 | 11.6                 | 11.88            | 11.15            | 10.52           |
| 9   | 973 | 11.4                 | 11.78            | 11.93            | 11.72           | 38  | 345 | 11.2                 | 11.37            | 11.14            | 10.99           |
| 10  | 954 | 11.1                 | 10.30            | 10.73            | 10.79           | 39  | 349 | 11.4                 | 11.78            | 11.60            | 11.36           |
| 11  | 985 | 11.0                 | 11.31            | 11.46            | 11.74           | 40  | 177 | 11.3                 | 11.90            | 11.61            | 11.67           |
| 12  | 956 | 11.5                 | 12.14            | 11.97            | 11.75           | 41  | 569 | 11.7                 | 11.94            | 10.03            | 8.20            |
| 13  | 911 | 11.3                 | 11.39            | 11.58            | 11.75           | 42  | 635 | 11.3                 | 11.14            | 10.93            | 11.25           |
| 14  | 824 | 11.4                 | 12.25            | 11.55            | 11.21           | 43  | 604 | 10.9                 | 10.92            | 10.59            | 10.63           |
| 15  | 961 | 11.3                 | 12.04            | 11.76            | 11.82           | 44  | 465 | 11.2                 | 11.29            | 11.03            | 11.04           |
| 16  | 826 | 10.9                 | 11.26            | 11.05            | 10.86           | 45  | 452 | 11.1                 | 11.11            | 10.53            | 10.14           |
| 17  | 765 | 11.4                 | 11.97            | 11.44            | 11.09           | 46  | 466 | 11.7                 | 12.01            | 11.44            | 10.98           |
| 18  | 819 | 10.8                 | 11.28            | 11.06            | 11.15           | 47  | 506 | 11.2                 | 9.19             | 8.40             | 8.20            |
| 19  | 687 | 11.2                 | 11.62            | 11.46            | 11.65           | 48  | 526 | 11.5                 | 11.60            | 11.21            | 10.64           |
| 20  | 634 | 11.1                 | 11.28            | 10.57            | 10.04           | 49  | 488 | 11.3                 | 11.81            | 11.74            | 11.81           |
| 21  | 684 | 11.2                 | 11.04            | 10.69            | 10.68           | 50  | 419 | 10.8                 | 10.95            | 10.77            | 10.59           |
| 22  | 688 | 11.5                 | 11.46            | 11.12            | 10.95           | 51  | 338 | 11.5                 | 11.87            | 11.63            | 11.49           |
| 23  | 753 | 11.2                 | 11.30            | 10.73            | 10.69           | 52  | 326 | 11.0                 | 11.34            | 11.03            | 10.82           |
| 24  | 820 | 11.2                 | 10.99            | 10.35            | 9.03            | 53  | 344 | 11.4                 | 11.83            | 11.33            | 11.11           |
| 25  | 722 | 11.5                 | 11.86            | 11.60            | 11.35           | 54  | 248 | 11.3                 | 11.72            | 11.36            | 11.26           |
| 26  | 654 | 11.5                 | 11.86            | 10.79            | 10.00           | 55  | 328 | 11.8                 | 12.66            | 12.29            | 12.03           |
| 27  | 757 | 11.3                 | 11.81            | 11.37            | 11.22           | 56  | 169 | 11.2                 | 10.92            | 10.68            | 10.64           |
| 28  | 777 | 11.1                 | 11.41            | 10.89            | 10.79           | 57  | 100 | 10.5                 | 9.49             | 10.02            | 10.00           |
| 29  | 783 | 11.3                 | 11.68            | 11.54            | 11.66           | 58  | 170 | 11.0                 | 11.18            | 10.82            | 10.75           |
| 30  | 658 | 11.4                 | 11.56            | 11.20            | 10.95           | 59  | 195 | 11.5                 | 11.88            | 11.17            | 10.64           |
|     |     |                      |                  |                  |                 | 60  | 99  | 11.3                 | 11.29            | 11.44            | 11.61           |

## Zusatzsterne der PSD aus Milchstraßenfeld VIII

| Nr. | PSD  | <i>m</i> blau<br>PSD | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot | Nr. | PSD  | <i>m</i> blau<br>PSD | <i>m</i><br>blau | <i>m</i><br>gelb | <i>m</i><br>rot |
|-----|------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-----|------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1   | 19   | 11.8                 | 11.04            | 10.80            | 11.03           | 31  | 801  | 11.5                 | 11.11            | 10.99            | 11.50           |
| 2   | 64   | 11.9                 | 11.18            | 11.08            | 11.26           | 32  | 864  | 11.2                 | 10.81            | 10.54            | 10.94           |
| 3   | 86   | 12.1                 | 11.88            | 11.45            | 11.20           | 33  | 926  | 11.5                 | 10.93            | 10.74            | 11.06           |
| 4   | 132  | 12.1                 | 12.40            | 11.83            | 11.73           | 34  | 1023 | 11.3                 | 10.62            | 10.45            | 10.78           |
| 5   | 195  | 11.6                 | 10.96            | 9.91             | 9.74            | 35  | 1114 | 11.2                 | 10.65            | 10.11            | 10.05           |
| 6   | 230  | 12.0                 | 11.70            | 11.36            | 11.36           | 36  | 1178 | 11.9                 | 11.82            | 11.18            | 11.18           |
| 7   | 291  | 11.5                 | 11.09            | 10.48            | 10.74           | 37  | 1241 | 11.3                 | 11.43            | 10.27            | 10.00           |
| 8   | 422  | 12.0                 | 11.65            | 11.38            | 10.71           | 38  | 1304 | 11.7                 | 11.65            | 11.65            | 11.74           |
| 9   | 513  | 11.3                 | 11.12            | 10.73            | 11.24           | 39  | 1363 | 12.2                 | 12.47            | 12.15            | 11.76           |
| 10  | 619  | 11.5                 | 10.93            | 10.79            | 11.26           | 40  | 1463 | 11.8                 | 11.57            | 10.56            | 10.48           |
| 11  | 753  | 11.6                 | 10.37            | 9.18             | 8.75            | 41  | 145  | 11.2                 | 12.16            | 12.03            | 11.57           |
| 12  | 887  | 11.6                 | 11.37            | 10.49            | 10.67           | 42  | 322  | 11.5                 | 11.34            | 10.78            | 11.06           |
| 13  | 976  | 11.9                 | 11.64            | 11.28            | 11.12           | 43  | 360  | 11.9                 | 11.51            | 11.27            | 11.31           |
| 14  | 1058 | 11.5                 | 11.15            | 11.12            | 11.48           | 44  | 494  | 11.6                 | 11.03            | 11.20            | 11.42           |
| 15  | 1176 | 11.2                 | 11.04            | 10.80            | 10.92           | 45  | 541  | 11.9                 | 11.12            | 9.95             | 9.90            |
| 16  | 1258 | 11.5                 | 11.69            | 11.42            | 11.51           | 46  | 442  | 11.4                 | 10.65            | 10.79            | 11.36           |
| 17  | 1345 | 12.0                 | 12.62            | 12.32            | 11.91           | 47  | 516  | 11.9                 | 11.14            | 8.80             | 7.98            |
| 18  | 1354 | 11.5                 | 11.86            | 11.73            | 11.79           | 48  | 559  | 11.5                 | 10.68            | 10.66            | 11.25           |
| 19  | 1403 | 11.5                 | 11.27            | 10.75            | 11.18           | 49  | 560  | 11.3                 | 10.14            | 9.77             | 10.08           |
| 20  | 1449 | 11.8                 | 11.72            | 11.13            | 11.78           | 50  | 606  | 11.3                 | 10.96            | 10.15            | 10.52           |
| 21  | 13   | 11.5                 | 12.45            | 12.31            | 11.87           | 51  | 607  | 11.2                 | 10.58            | 10.88            | 11.18           |
| 22  | 38   | 12.0                 | 11.74            | 11.39            | 11.22           | 52  | 719  | 11.2                 | 10.25            | 9.90             | 10.32           |
| 23  | 39   | 12.0                 | 11.48            | 11.30            | 10.90           | 53  | 964  | 11.8                 | 11.83            | 11.66            | 11.48           |
| 24  | 196  | 12.2                 | 11.90            | 10.28            | 9.36            | 54  | 720  | 11.2                 | 10.68            | 10.37            | 10.74           |
| 25  | 279  | 11.7                 | 12.55            | 11.74            | 11.62           | 55  | 1055 | 11.5                 | 11.26            | 11.26            | 11.59           |
| 26  | 388  | 12.0                 | 12.08            | 11.09            | 10.98           | 56  | 807  | 11.6                 | 11.25            | 11.22            | 11.30           |
| 27  | 605  | 11.2                 | 10.86            | 10.50            | 10.75           | 57  | 1180 | 11.2                 | 10.74            | 10.31            | 10.68           |
| 28  | 524  | 12.0                 | 11.86            | 11.90            | 11.76           | 58  | 1185 | 11.4                 | 10.62            | 10.62            | 10.89           |
| 29  | 621  | 12.2                 | 11.88            | 11.77            | 11.57           | 59  | 1277 | 11.6                 | 11.41            | 11.11            | 11.24           |
| 30  | 711  | 11.2                 | 10.66            | 10.86            | 11.34           | 60  | 1444 | 12.0                 | 11.40            | 11.45            | 11.38           |



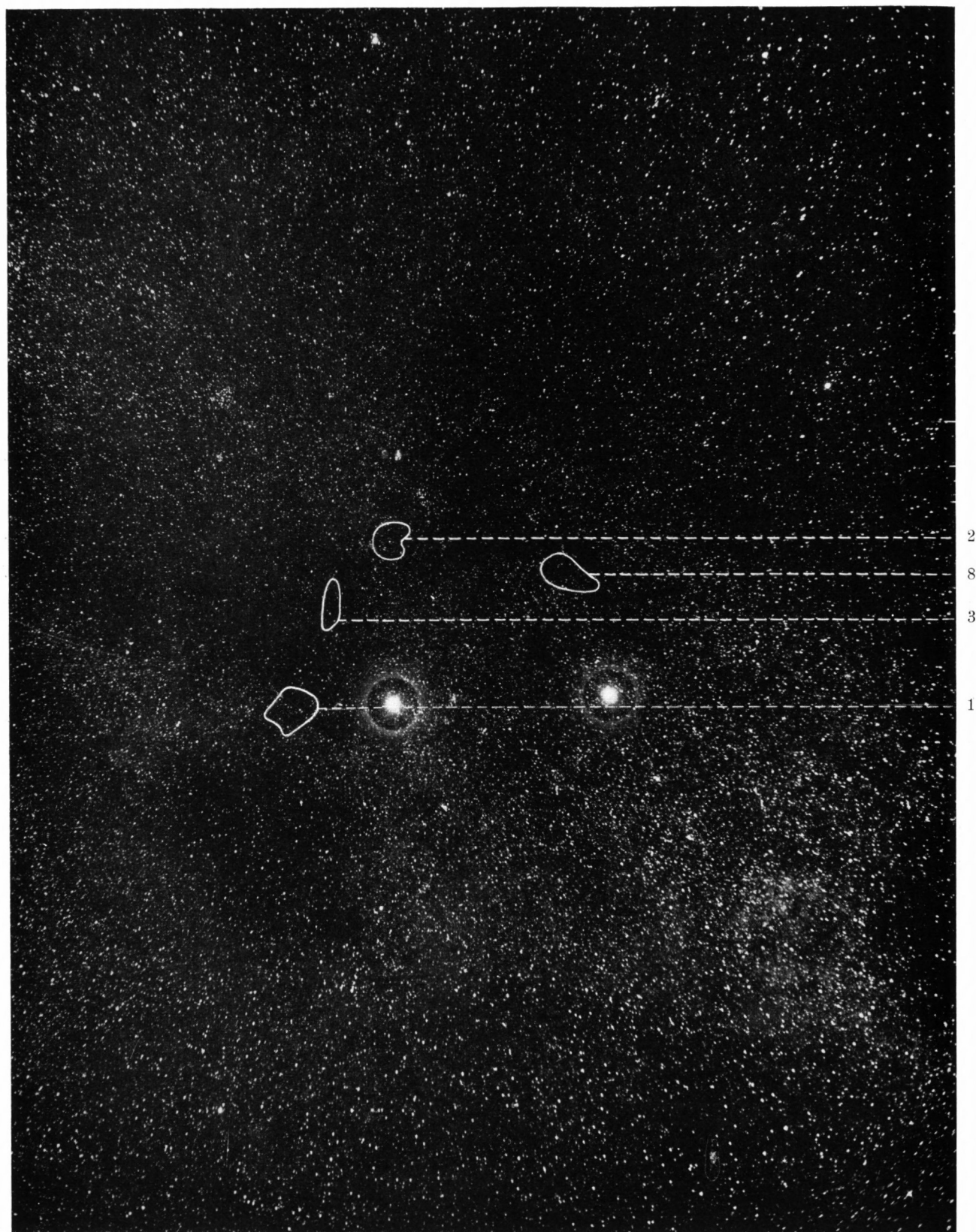
### 18. Die Kärtchen der einzelnen Dunkelwolken

Die Auffindung der schwachen Sterne unseres Katalogs wäre nur möglich, wenn wir die Koordinaten derselben genau vermessen hätten. Auch dann wären Verwechslungen nahe beieinanderliegender Sterne wegen der Kleinheit unseres Maßstabes nicht zu vermeiden, wie wir bei Benutzung des Katalogs Harvard Groningen feststellen konnten. Daher wurde auf die Vermessung der Sternörter verzichtet, dafür aber Kärtchen mit starken Vergrößerungen (20- bis 30fach) der vermessenen Dunkelwolken hergestellt, die im Anhang reproduziert werden. Diese Kärtchen tragen ein aus den Franklin Adams Karten übertragenes Koordinatennetz, das sich also auch auf die Epoche 1875.0 bezieht. Mit seiner Hilfe kann man die Koordinaten der Sterne, die dieselbe Numerierung tragen wie im Katalog der Helligkeiten, entnehmen. Die Genauigkeit, mit der das möglich ist, übersteigt nicht  $5^{\text{sec}}$  in RA und  $1'$  in Dkl. Hieraus ersieht man schon, daß eine sichere Identifizierung mit der Katalognummer des Katalogs Harvard Groningen nur unter Zuhilfenahme der Größenklasse möglich ist. In die Kärtchen sind auch die Umrisse der Dunkelwolken eingetragen.



MILCHSTRASSENFELD VI





MILCHSTRASSENFELD VII



MILCHSTRASSENFELD VIII





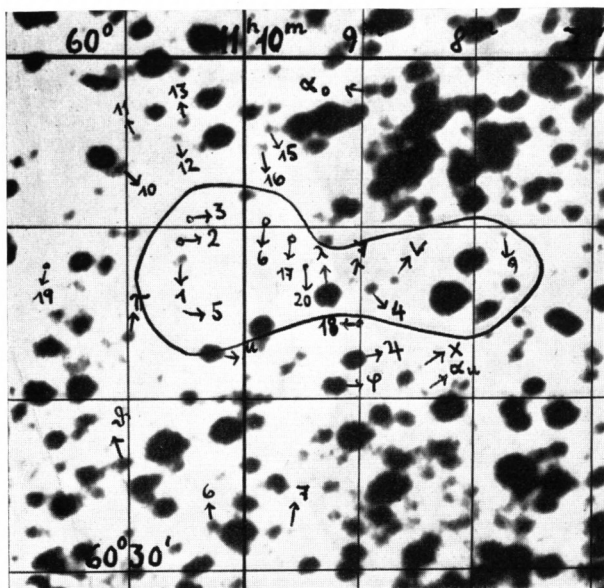
MILCHSTRASSENFELD IX



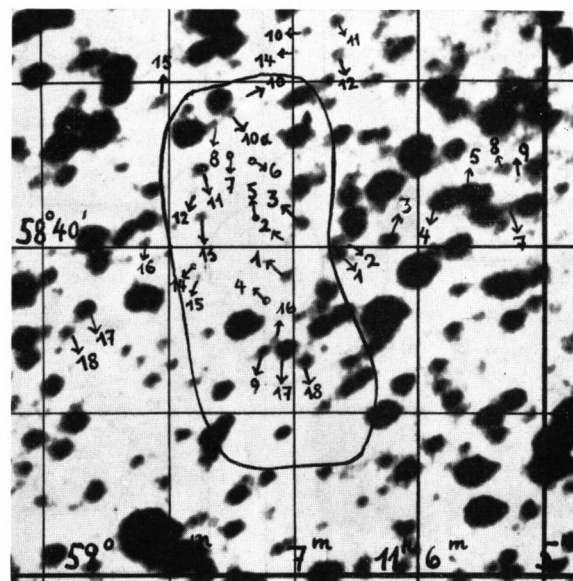
MILCHSTRASSENFELD IX (ÜBERWACHUNGS-AUFNAHME)



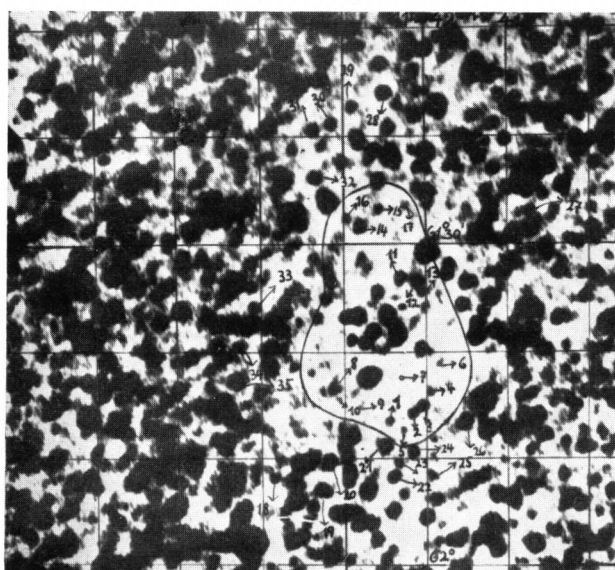
TAFEL VI



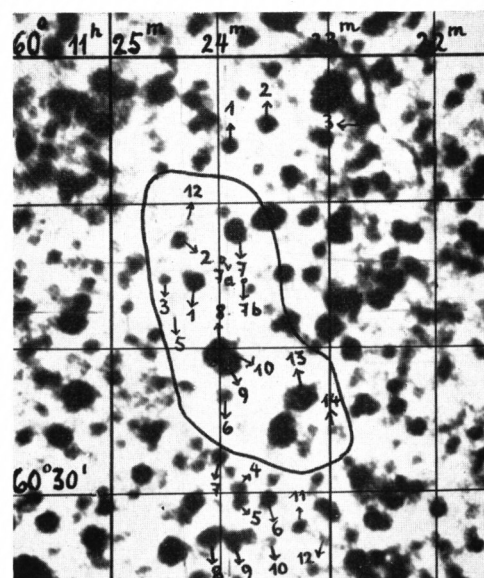
DW VI<sub>4</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 09^m \delta_{1875} = -60^\circ 14'$   
Nr. 304 Vergr. 33  $\times$



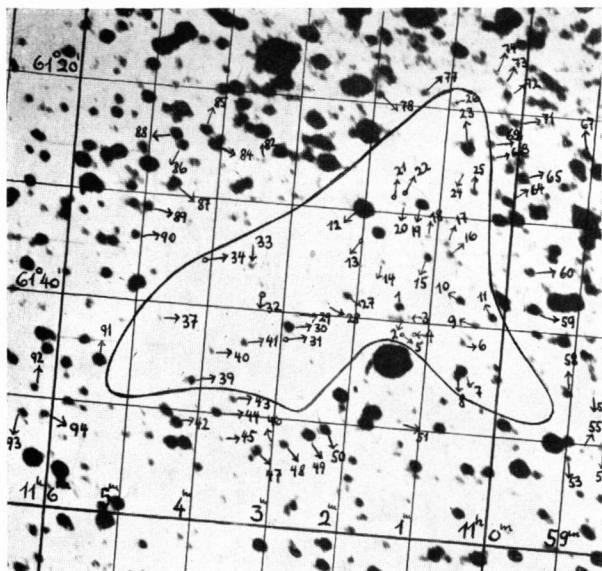
DW VI<sub>5</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 7,5^m \delta_{1875} = -58^\circ 41'$   
Nr. 305 Vergr. 34  $\times$



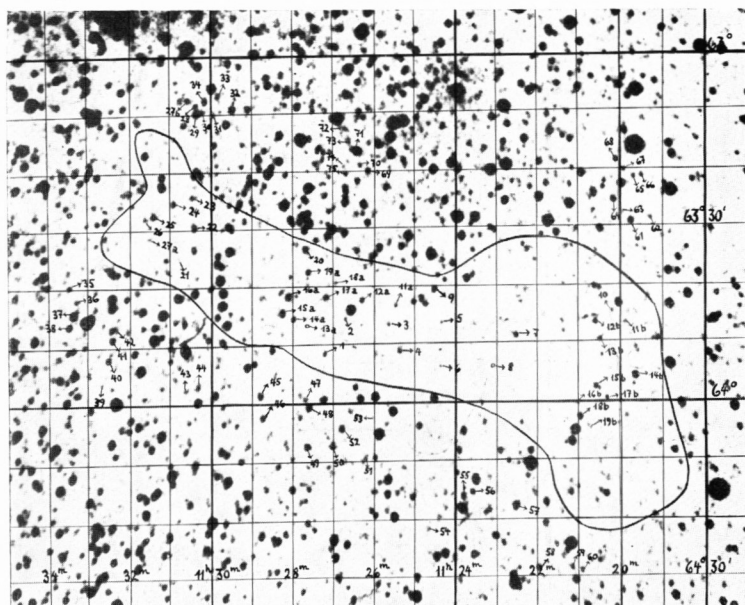
DW VI<sub>6</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 43,2^m \delta_{1875} = -61^\circ 40'$   
Nr. 306 Vergr. 20  $\times$



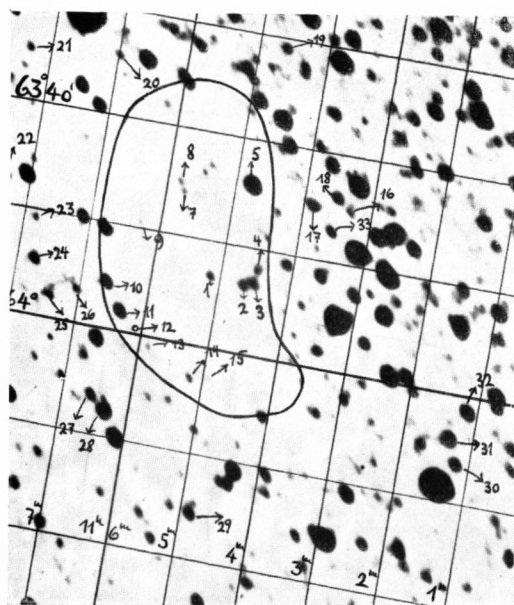
DW VI<sub>7</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 24^m \delta_{1875} = -60^\circ 16'$   
Nr. 307 Vergr. 28  $\times$



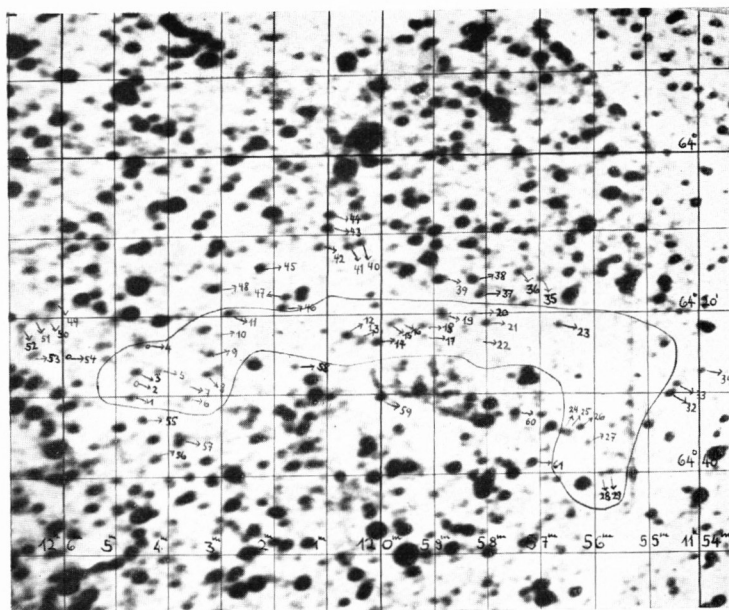
DW VI<sub>8</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 2,5^m$   $\delta_{1875} = -61^\circ 38'$   
Nr. 308 Vergr. 21×



DW VI<sub>11</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 23,5^m$   $\delta_{1875} = -63^\circ 48'$   
Nr. 310 Vergr. 11×



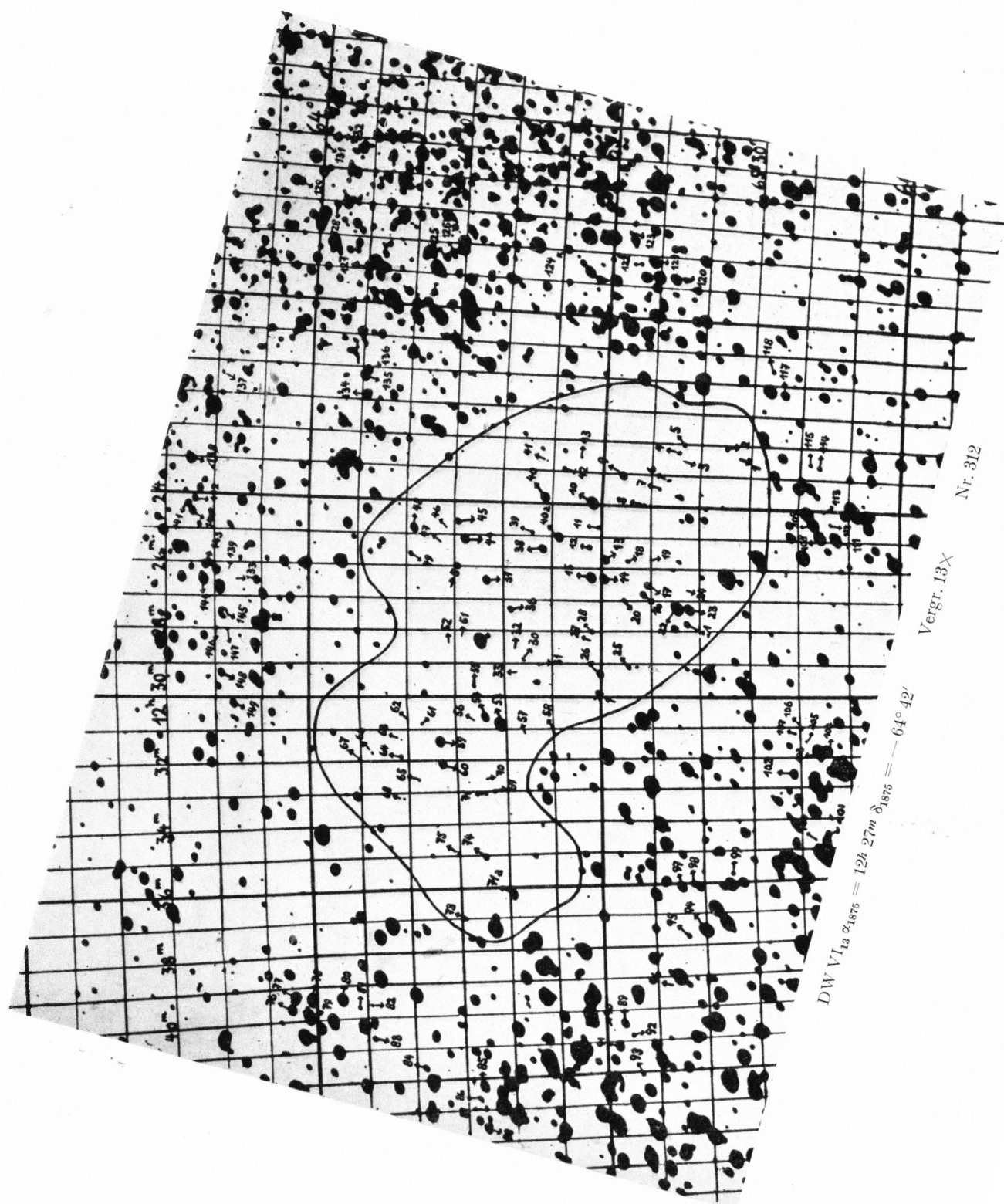
DW VI<sub>10</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 5,5^m$   $\delta_{1875} = -63^\circ 50'$   
Nr. 309 Vergr. 22×

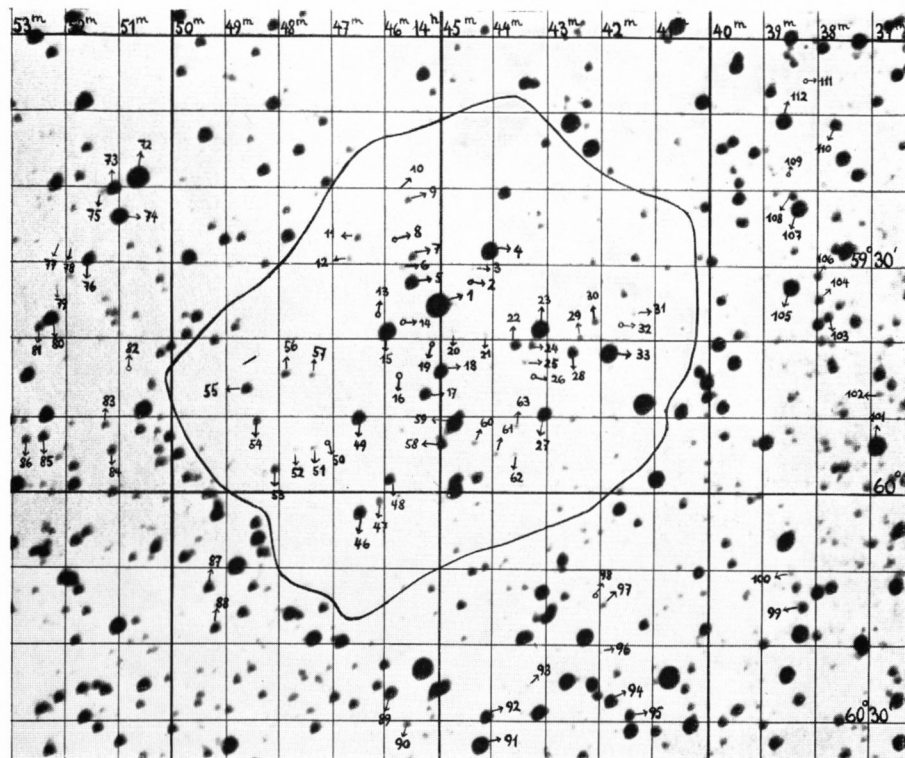


DW VI<sub>12</sub>  $\alpha_{1875} = 11^h 59^m$   $\delta_{1875} = -64^\circ 22'$   
Nr. 311 Vergr. 17×

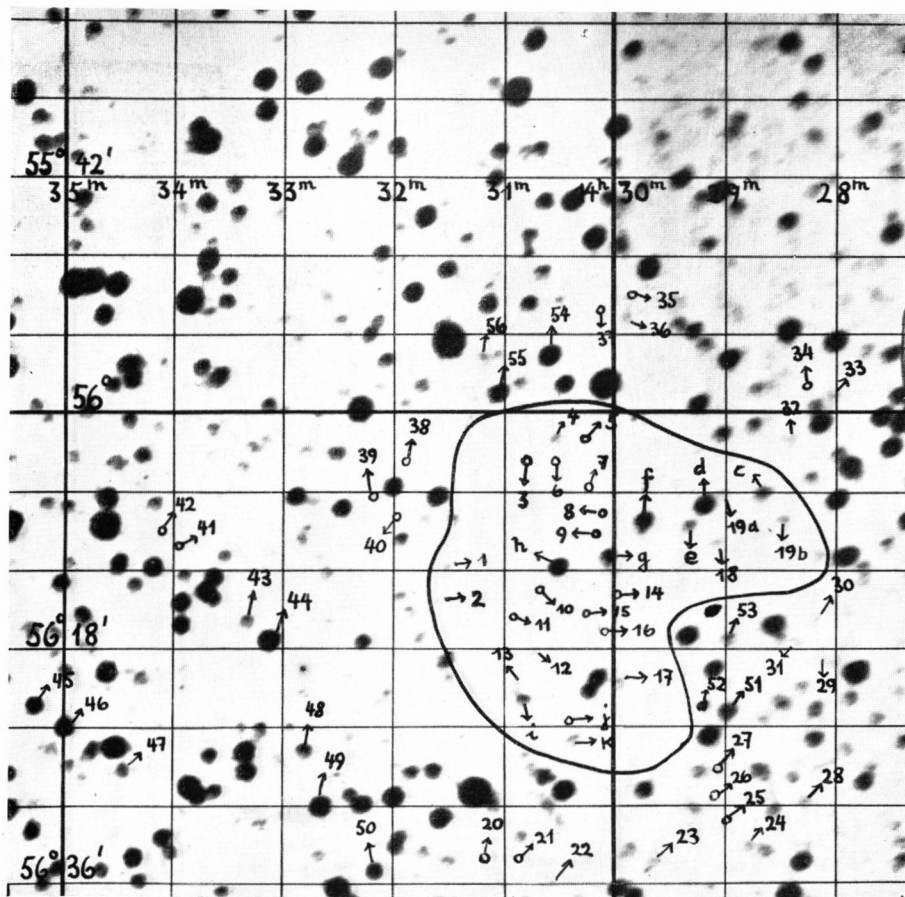


# TAFEL VIII





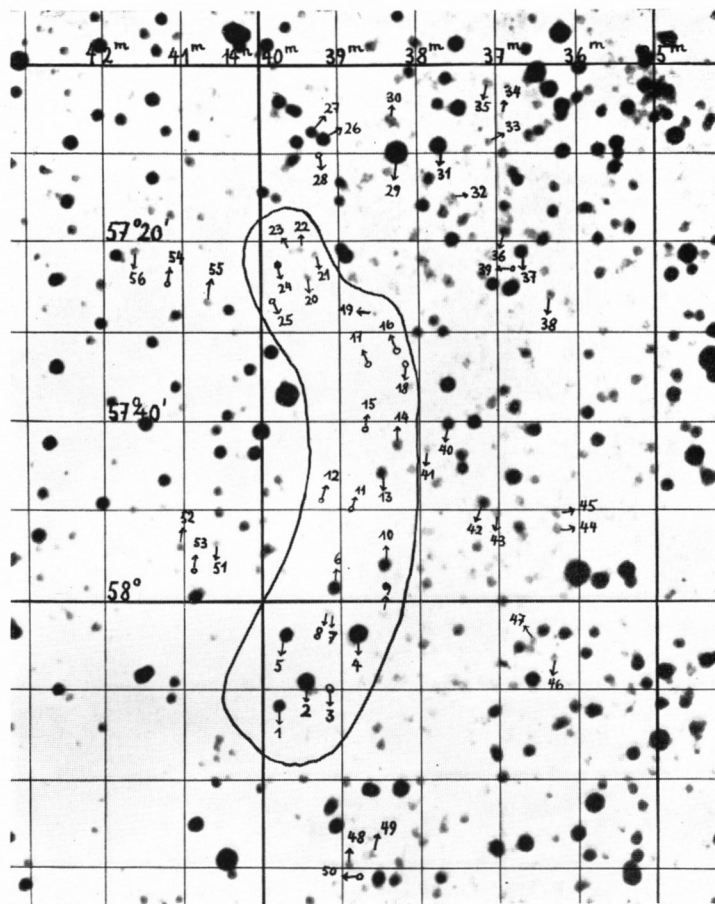
DW VII<sub>1</sub>  $\alpha_{1875} = 14^h 46^m$   $\delta_{1875} = -59^\circ 42'$   
 Nr. 313 Vergr. 15 $\times$



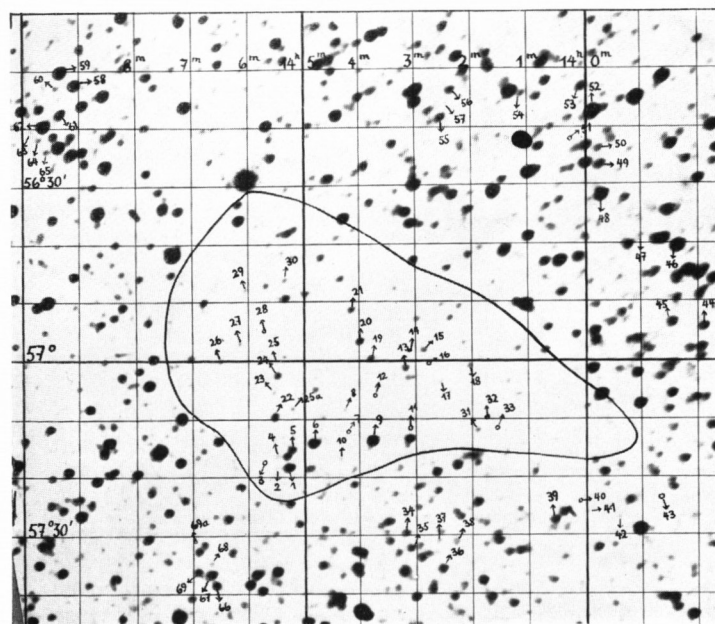
DW VII<sub>2</sub>  $\alpha_{1875} = 14^h 31^m$   $\delta_{1875} = -56^\circ 13'$   
 Nr. 314 Vergr. 24 $\times$



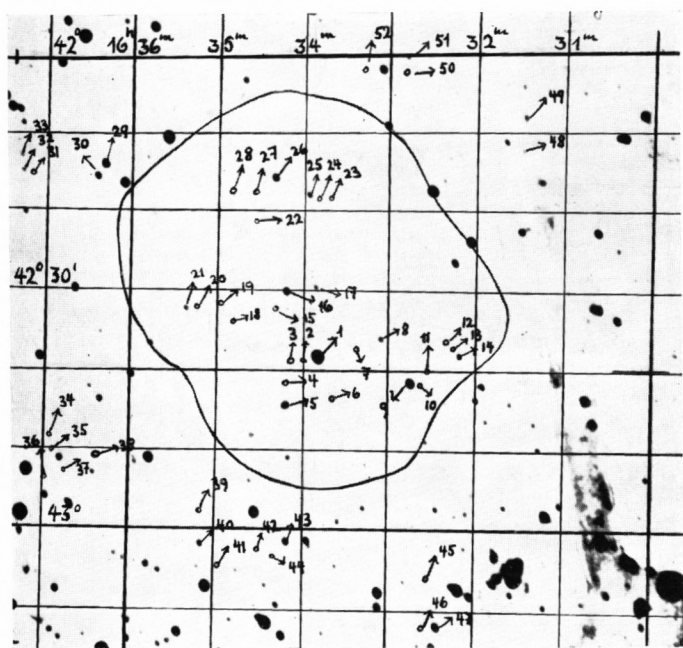
TAFEL X



DW VII<sub>3</sub>  $\alpha_{1875} = 14^h 38,9^m$   $\delta_{1875} = -57^\circ 45'$   
Nr. 315 Vergr. 18×

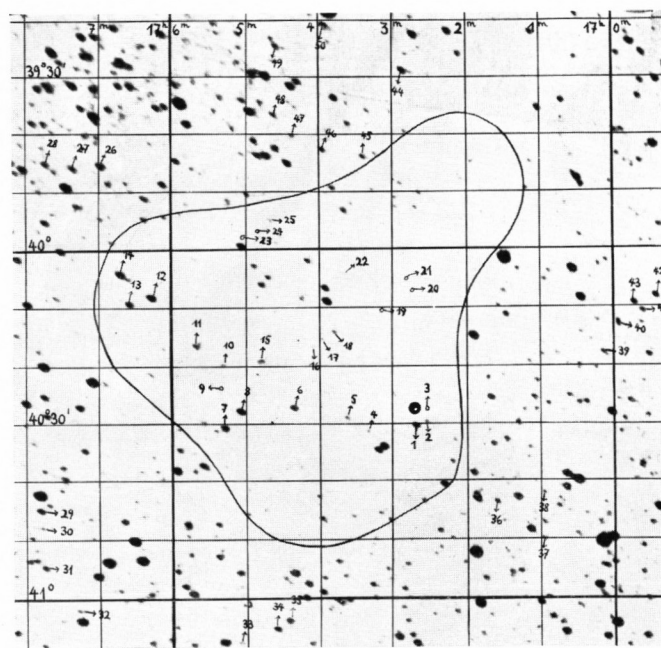


DW VII<sub>3</sub>  $\alpha_{1875} = 14^h 4^m$   $\delta_{1875} = -56^\circ 57'$   
Nr. 316 Vergr. 12×

DW VIII<sub>2</sub>  $\alpha_{1875} = 16^h 34^m$   $\delta_{1875} = -42^\circ 30'$ 

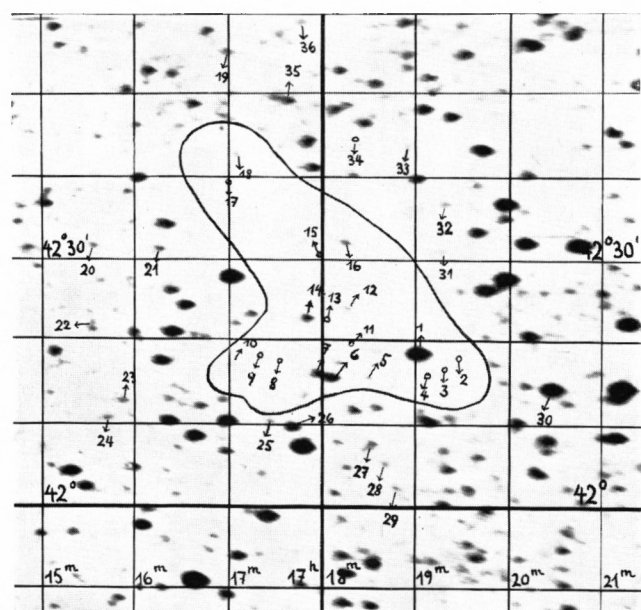
Nr. 317

Vergr. 15×

DW VIII<sub>5</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 4^m$   $\delta_{1875} = -40^\circ 18'$ 

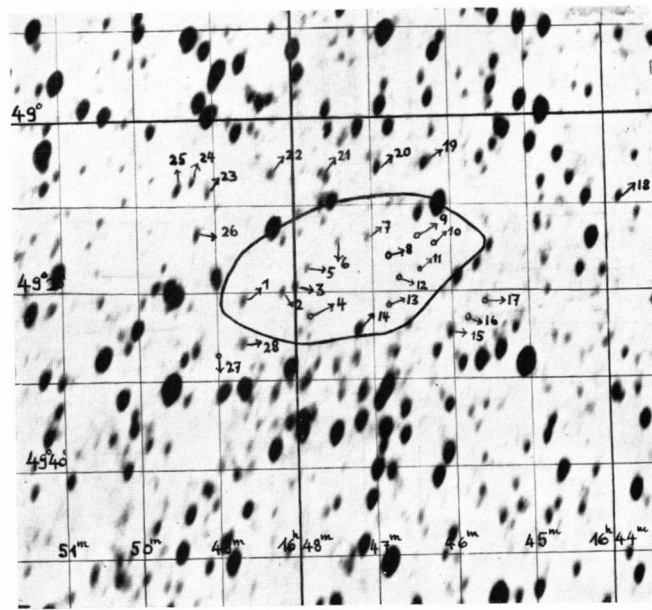
Nr. 318

Vergr. 11×

DW VIII<sub>6</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 18^m$   $\delta_{1875} = -42^\circ 27'$ 

Nr. 319

Vergr. 17×

DW VIII<sub>7</sub>  $\alpha_{1875} = 16^h 47.2^m$   $\delta_{1875} = -49^\circ 17'$ 

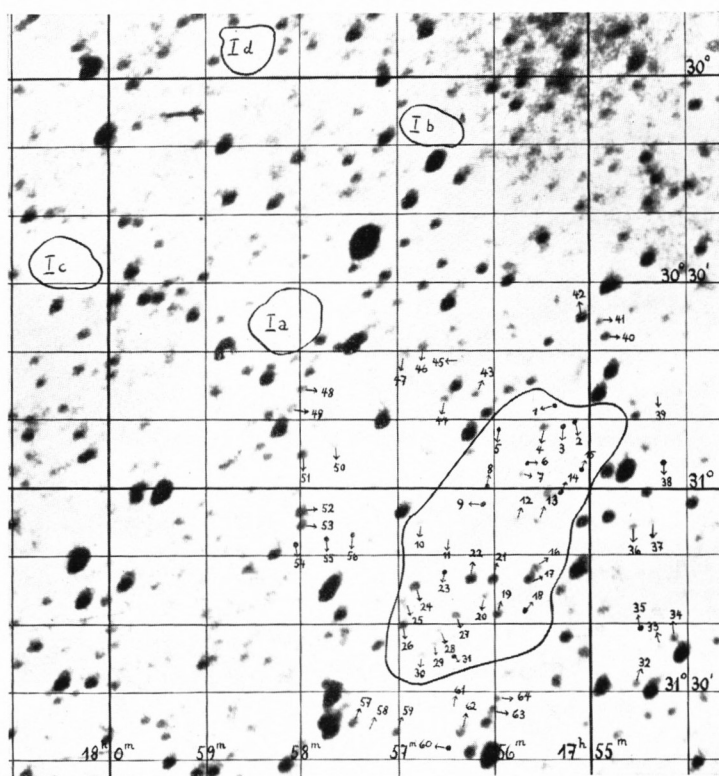
Nr. 320

Vergr. 18×



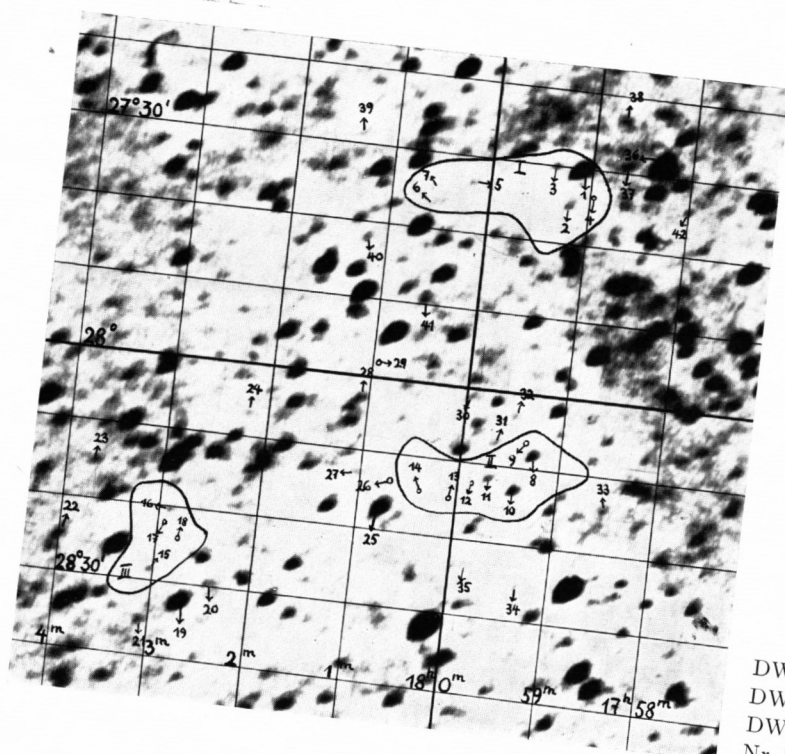


DW VIII<sub>9</sub>  $\alpha_{1875} = 16^h 41,6^m$   $\delta_{1875} = -39^\circ 16'$   
 Nr. 321 Vergr. 15 $\times$

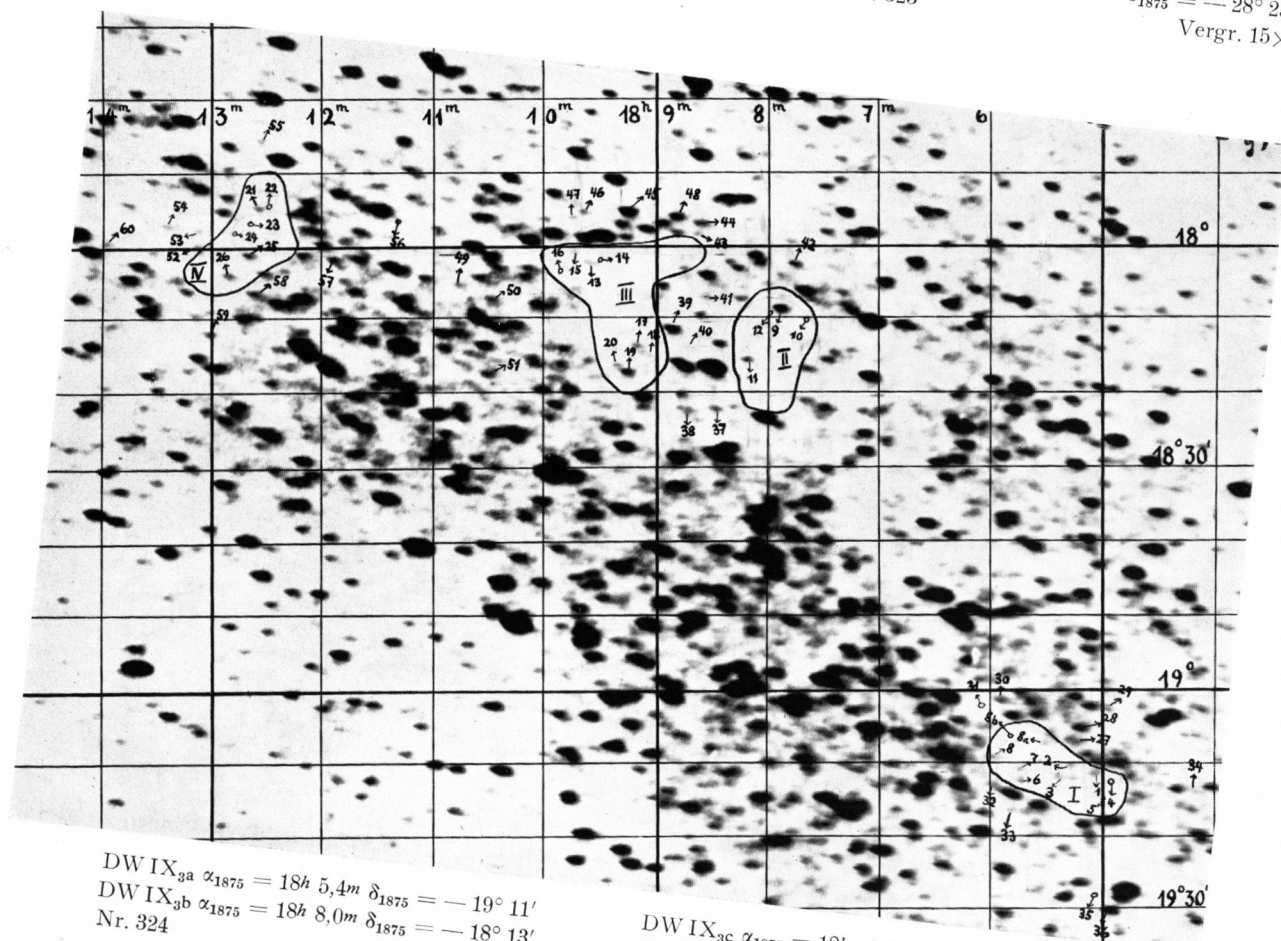


DW IX<sub>1</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 56^m$   $\delta_{1875} = -31^\circ 9'$   
 Nr. 322 Vergr. 14 $\times$

TAFEL XIII



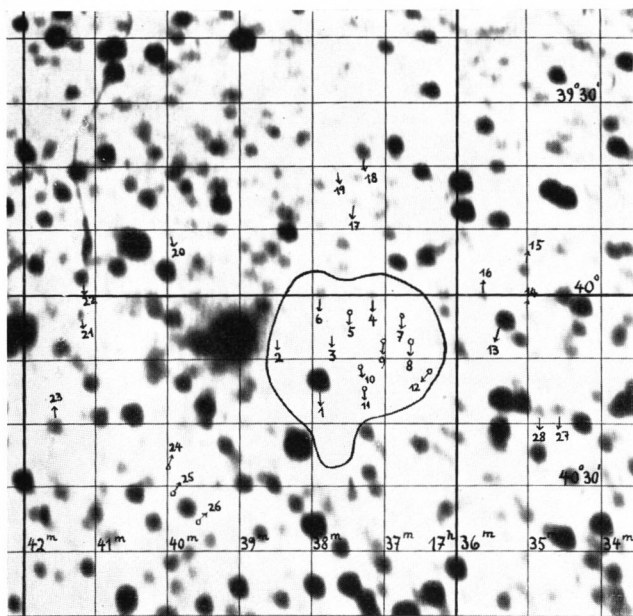
DWIX<sub>2a</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 59,8^m$   $\delta_{1875} = -27^\circ 34'$   
 DWIX<sub>2b</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 59,7^m$   $\delta_{1875} = -28^\circ 12'$   
 DWIX<sub>2c</sub>  $\alpha_{1325} = 18^h 3,0^m$   $\delta_{1875} = -28^\circ 25'$   
 Nr. 323  
 Vergr. 15×



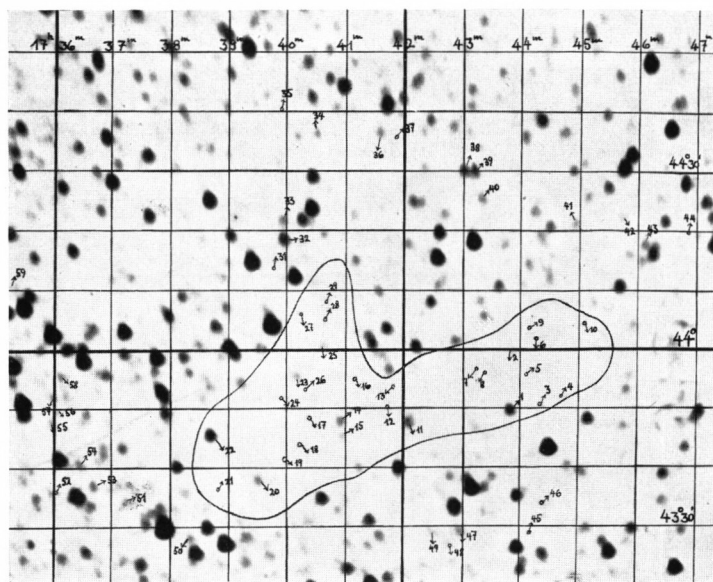
DWIX<sub>3a</sub>  $\alpha_{1875} = 18^h 5,4^m$   $\delta_{1875} = -19^\circ 11'$   
 DWIX<sub>3b</sub>  $\alpha_{1875} = 18^h 8,0^m$   $\delta_{1875} = -18^\circ 13'$   
 Nr. 324

DWIX<sub>3c</sub>  $\alpha_{1875} = 18^h 9,4^m$   $\delta_{1875} = -18^\circ 5'$   
 DWIX<sub>3d</sub>  $\alpha_{1375} = 18^h 12,0^m$   $\delta_{1875} = -17^\circ 58'$   
 Vergr. 16×

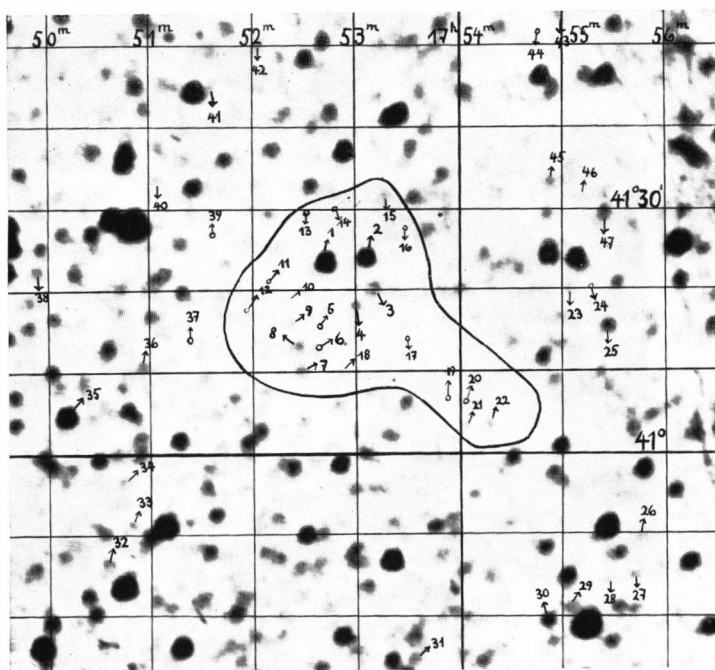




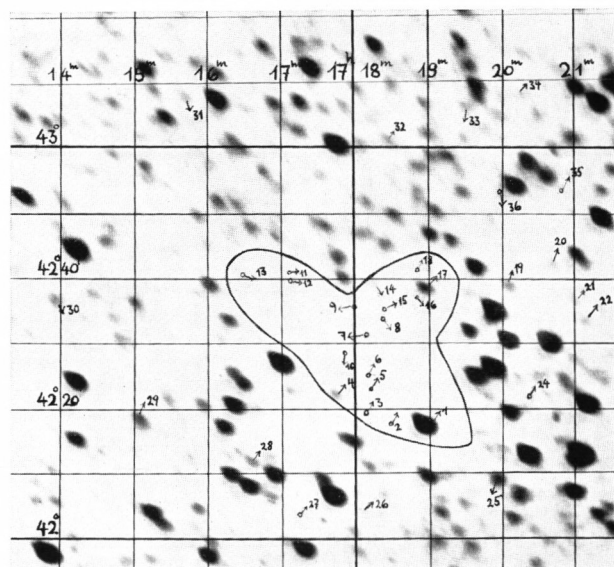
Nr. 325 DW IX<sub>4</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 37,3^m$   $\delta_{1875} = -40^\circ 9'$   
Vergr. 17×



Nr. 326 DW IX<sub>5</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 41,8^m$   $\delta_{1875} = -43^\circ 51'$   
Vergr. 12×



Nr. 327 DW IX<sub>6</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 53,5^m$   $\delta_{1875} = -41^\circ 18'$   
Vergr. 16×



Nr. 328 DW IX<sub>7</sub>  $\alpha_{1875} = 17^h 18,1^m$   $\delta_{1875} = -42^\circ 28'$   
Vergr. 13×