ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 157.

N^o 3746.

2.

Ueber Fehler, die beim Aufcopiren von Normalgittern auf photographische Platten entstehen können.

Von Dr. H. Ludendorff.

Prof. Bohlin hat im Bulletin Astronomique (Tome XVII, 1900, pag. 321) darauf aufmerksam gemacht, dass die Copien der bei astrophotographischen Aufnahmen in Anwendung gebrachten Gitter systematisch von dem Originalgitter abweichen, und sodann in etwas ausführlicherer Weise im Jahrgang 1901 der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft (pag. 145) über seine Untersuchungen berichtet. Die erste Notiz gab mir Veranlassung, eine Untersuchung zu beginnen, ob auch bei den in Potsdam für die Herstellung der Himmelskarte aufgenommenen Platten derartige Unterschiede (Projectionsfehler nach Bohlin's Bezeichnung) zwischen Normalgitter und Copien aufzufinden seien, zumal mir schon früher aufgefallen war, dass die Werthe des Gitterintervalls auf ein und derselben Platte in stärkerem Maasse von einander abweichen, als es die Güte des von Dr. Schwassmann untersuchten Originalgitters *) (Gautier Nr. 47) möglich erscheinen liess. Zum Zwecke dieser Untersuchung hat mir Herr Geheimrath Vogel gütigst gestattet, die von Dr. Schwassmann, Miss A. Everett und von mir selbst an den hier gemachten photographischen Aufnahmen für die Herstellung der Himmelskarte bisher angestellten Messungen zu benutzen.

Obleich nun meine Arbeit noch nicht abgeschlossen ist, habe ich doch bereits mit Bestimmtheit das Vorhandensein von Fehlern feststellen können, die nicht etwa durch Verzerrungen der photographischen Schicht oder dergleichen Zufälligkeiten hervorgerufen sind, da sie auf verschiedenen Platten regelmässig an derselben Stelle des Gitters wiederkehren, und die ich als identisch mit den Bohlin'schen Projectionsfehlern ansehe. Bei der Wichtigkeit, welche die Aufindung und Erklärung derartiger Erscheinungen hat, sei es mir gestattet, hier einige Resultate aus meinen bisherigen Untersuchungen mitzutheilen.

Zur Bestimmung der Fehler habe ich das folgende Verfahren eingeschlagen: Für eine jede der ausgemessenen Himmelskartenplatten wurde das Mittel aus allen gemessenen Distanzen je zweier benachbarter Gitterstriche als Normalwerth dieser Distanz angenommen. Da die beiden rechtwinklig aufeinander wirkenden Mikrometerschrauben des Messapparates etwas verschieden sind, so ergibt sich auf jeder Platte für jede Coordinate ein solcher Normalwerth. Alsdann wurden die Differenzen der Einzelwerthe des Gitter-

intervalls gegen diesen Normalwerth gebildet. Auf Platte 120 ist z. B. in der *B*-Coordinate der Normalwerth des Gitterintervalls 12⁷80, der im Gitterquadrate 12-13, 45-46 gemessene Werth 12⁷70, die Differenz also -0⁵010. Bei Platte 119 ist der Normalwerth 12⁷77, der Einzelwerth in demselben Quadrate 12⁷69, die Differenz also -0⁵008. In dieser Weise wurden alle bisher ausgemessenen Platten verwerthet, soweit sie ein tadelloses Gitter hatten und eine nicht zu geringe Anzahl von Gitterquadraten auf ihnen gemessen worden war. Ich konnte im Ganzen 198 Platten für diese Untersuchung verwenden, und bei der Reichhaltigkeit des aus diesen Platten gewonnenen Beobachtungsmaterials ist zu hoffen, dass die endgültige Bestimmung der Fehler eine sehr genaue sein wird.

Als Beispiele für die gute Uebereinstimmung der für die einzelnen Gitterquadrate auf verschiedenen Platten erhaltenen Werthe der Abweichungen mögen die folgenden Angaben dienen.

Das Gitterquadrat 12-13, 45-46 ist auf 82 von den 198 Platten vermessen worden. Es ergaben sich also in jeder Coordinate 82 Einzelwerthe für die Abweichung der Grösse dieses Quadrates von dem Normalwerthe auf jeder Platte. Ich habe je 10 dieser Einzelwerthe zusammengefasst und erhielt so folgende, auf die *B*-Coordinate bezügliche Zahlen:

$\Delta = -0^50089$	Mittel aus 10 Platten
-0.0098	» » 10 »
-0.0091	» » 10 »
-0.0072	» » 10 »
-0.0094	» » 10 »
-0.0135	» » 10 »
-0.0123	» » 10 »
-0.0098	» » 10 »
-0.0130	» » 2 »

Der endgültige Werth der Abweichung ist $= -0^50101$, mit dem w. F. $\pm 0^50004$, der w. F. der Abweichung für eine einzelne Platte ist $\pm 0^50034$. Es ist zu bemerken, dass 0⁵001 0.39 μ auf der Platte entspricht.

Als weitere Beispiele führe ich die Messungen an den folgenden Quadraten an:

*) Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Photographische Himmelskarte. Band I, pag. XIII.

12-13, 46-47	12-13, 35-36	12-13, 36-37
$\Delta = +0.0109$ Mittel aus 10 Platten	$\Delta = +0.0096$ Mittel aus 10 Platten	$\Delta = -0.0083$ Mittel aus 10 Platten
+0.0146 » » 10 »	+0.0092 » » 10 »	-0.0041 » » 10 »
+0.0088 » » 10 »	+0.0057 » » 10 »	-0.0060 » » 10 »
+0.0123 » » 10 »	+0.0072 » » 10 »	-0.0071 » » 10 »
+0.0121 » » 10 »	+0.0071 » » 10 »	-0.0093 » » 10 »
+0.0118 » » 10 »	+0.0105 » » 10 »	-0.0086 » » 10 »
+0.0129 » » 10 »	+0.0062 » » 10 »	-0.0094 » » 10 »
+0.0170 » » 5 »	+0.0067 » » 10 »	
Mittel +0.0123	Mittel +0.0078	Mittel -0.0075
w. F. ± 0.0005	w. F. ± 0.0004	w. F. ± 0.0005

Diese Zahlen beziehen sich ebenfalls auf die *B*-Coordinate.

Die obigen Abweichungen gehören zu den grössten, die überhaupt vorkommen.

Aus dem vorhandenen Material lassen sich nun für alle Quadrate in beiden Coordinaten die Abweichungen berechnen. Bestimmt man dazu noch anderweitig die Correctionen längs zweier auf einander senkrechter Gitterstriche, so kann man offenbar die Correctionen des copirten Gitters für die ganze Platte angeben.

Die auf diese Weise ermittelten Gitterfehler sind nun verschieden von den Fehlern des Originalgitters und weit grösser als dieselben. Sie sind völlig analog den Projectionsfehlern, die Prof. Bohlin auf den Gittercopien der auf der Stockholmer Sternwarte angefertigten Platten gefunden hat, und bilden eine Bestätigung derselben.

Es ist klar, dass man bei der Reduction der Messungen nicht etwa die Fehler des Originalgitters allein in Anwendung bringen muss, sondern die oben bestimmten, die Fehler des Originalgitters zugleich in sich schliessenden Fehler, denn diese kehren ja auf allen Platten wieder und sind nicht auf Veränderungen der Schicht, die gleichzeitig Gitter und Bilder der Sterne betreffen, zurückzuführen. So umständlich es auch ist, werden bei feineren Beobachtungen stets die Fehler der Gitter auf den Copien ermittelt und in Betracht gezogen werden müssen.

Es fragt sich nun, wie diese Projectionsfehler entstehen. Prof. Bohlin spricht die Vermuthung aus, dass sie sich durch Lichtbrechung in der Originalgitterplatte erklären lassen. Das Aufcopiren des Gitters auf die Platten geschieht in der Weise, dass eine Cassette mit dem Gitter und der dahinter befindlichen Platte vor das Objectiv des Refractors gesetzt wird, in dessen Brennpunkt sich ein elektrisches Glühlicht befindet.

Auf die Gitterplatte fällt also paralleles Licht, welches, wenn die Gitterplatte nicht planparallel oder nicht homogen ist, beim Durchgang durch dieselbe abgelenkt werden und so zu den Projectionsfehlern Anlass geben kann, da die photographische Platte sich nicht in unmittelbarem Contact mit dem Gitter befindet. In gleichem Sinne wie eine mangelhafte Planparallelität und eine Inhomogenität der Gitterplatte kann übrigens auch die auf derselben befindliche schützende Lack-schicht wirken.

Um die Richtigkeit dieser von Prof. Bohlin gegebenen Erklärung zu prüfen, hat Herr Geheimrath Vogel folgende Versuche vorgeschlagen, die von Dr. Eberhard und mir Anfang August dieses Jahres ausgeführt worden sind. Es wurde eine Gittercopie (Platte *A*) hergestellt, wobei zwischen Gitter und Platte Metallblättchen von etwa 0.7 mm Dicke gelegt wurden. Bei einer zweiten Copie (Platte *B*) war die Entfernung zwischen Gitter und Platte etwa 0.2 mm, bei einer dritten (Platte *C*) war die Entfernung die ursprüngliche, immer zur Anwendung kommende, etwa 0.1 mm. Entstehen nun die Projectionsfehler durch Lichtbrechung, so müssen sie offenbar mit der Entfernung zwischen Gitter und Platte wachsen. Es müssen also alle Gitterquadrate, welche bei normalen Platten in einer Coordinate grösser oder kleiner sind als der Normalwerth, bei den Platten *A* und *B* in verstärktem Maasse grösser oder kleiner sein. Die Differenz zwischen zwei Quadraten, von denen das eine in einer Coordinate zu gross, das andere zu klein ist, muss also auf der Platte *A* am grössten, auf *B* etwas kleiner, auf *C* am kleinsten sein. Eine von mir ausgeführte Messung der drei Platten ergab nun für die schon oben als Beispiele angeführten Quadrate in der Coordinate *B* die folgenden Werthe:

Quadrat	Platte <i>A</i>	Diff.	Platte <i>B</i>	Diff.	Platte <i>C</i>	Diff.
12-13, 45-46	12.730	-0.099	12.750	-0.060	12.773	-0.029
12-13, 46-47	12.829		12.810		12.802	
12-13, 35-36	12.814	+0.071	12.806	+0.036	12.795	+0.015
12-13, 36-37	12.743		12.770		12.780	

Nach den weiter oben mitgetheilten Zahlen müssten bei Platte *C* die Differenzen $-0.0101 - 0.0123 = -0.0224$ und $+0.0078 + 0.0075 = +0.0153$ sein.

Die obigen Zahlen, sowie meine übrigen an den Platten *A* und *B* ausgeführten Messungen, die ich später mitzuthellen gedenke, zeigen durchaus das zu erwartende Verhalten. Sie

liefern den Beweis, dass es sich thatsächlich um Fehler handelt, die durch Lichtbrechung in der Originalgitterplatte entstehen und nicht nur dem Originalgitter zuzuschreiben sind, denn in diesem Falle könnten keine derartigen Unterschiede bei den Platten *A*, *B* und *C* auftreten.