ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 211.

Nr. 5041.

1.

Die Helligkeitsschwankungen im Spektrum der Nova Geminorum 2 und der Nova Aquilae 3.

Von A. Brill.

Vom 10. Juni bis 4. Juli 1918 hat *Wilsing* mit einem Crovaschen Spektralphotometer am 80 cm-Refraktor des Potsdamer Astrophysikalischen Observatoriums Helligkeiten der Nova Aquilae 3 in dem Wellenlängenbereich λ 451–655 $\mu\mu$ gemessen und effektive Temperaturen der Nova daraus abgeleitet (AN 208 Nr. 4981). Außer dem kontinuierlichen Spektrum hat er die Flächenhelligkeit der hellen Wasserstofflinie H_α bestimmt. Das wesentliche Ergebnis seiner Untersuchung ist: die Temperaturschwankungen laufen den periodischen Helligkeitsschwankungen parallel; der höchsten Temperatur entspricht ein Maximum, der tiefsten ein Minimum der Novahelligkeit. Die Helligkeit der Wasserstofflinie H_α nimmt beträchtlich langsamer ab (0^m6) als die Intensität der kontinuierlichen Strahlung bei λ 604 $\mu\mu$ (2^m).

Es wird sich verlohnen, die *Wilsingschen* Ergebnisse über die Nova Aquilae 3 mit den von mir, allerdings auf andere Weise, erhaltenen Resultaten über die spektralen Helligkeitsschwankungen der Nova Geminorum 2 (Publ. d. Astrophys. Observ. zu Potsdam Bd. 23 Nr. 70) zu vergleichen. Meinen späteren Ausführungen sei schon das Resultat vorweg genommen, daß im wesentlichen Übereinstimmung herrscht; nur bleibt nach meinen Ergebnissen zweifelhaft, ob es überhaupt gerechtfertigt ist, von einer effektiven Temperatur der Nova Aquilae 3 zu sprechen, d. h. sie als einen schwarzen Strahler zu betrachten.

Die photographischen Aufnahmen der Nova Geminorum 2 wurden von *Eberhard* in Potsdam mit einem Spiegel von 300 mm Öffnung und 900 mm Brennweite erhalten, der auf den 32.5 cm-Refraktor der »Photographischen Himmelskarte« montiert ist. Vor dem Spiegel befand sich ein Prisma von 150 mm Seitenlänge und von 2 $\frac{1}{2}$ ° brechendem Winkel. Die Sternspektren sind auf gewöhnlichen nichtorthochromatischen Platten ungefähr 2 mm lang und umfassen den Wellenlängenbereich λ 340–510 $\mu\mu$. Während also die *Wilsingschen* Intensitätsmessungen der Nova Aquilae 3 das visuelle Spektralgebiet von λ 450 bis λ 650 $\mu\mu$ einbegreifen, erstrecken sich die photographischen Bestimmungen an der Nova Geminorum 2 am brechbareren Ende des Spektrums 110 $\mu\mu$ weiter als die *Wilsingschen* Messungen, endigen dagegen im Rot 150 $\mu\mu$ vor den letzteren. Die Breite der kleinen Spektren wurde durch Verstellen des Refraktoruhrwerks erzeugt und betrug durchschnittlich 0.5 mm. Jede Platte trägt eine von *Eberhard* mit seinem Röhrenphotometer (Jahrbuch für Photographie und Reprodukt.-Technik 1911) aufkopierte Intensitätsskala, welche die Gradation der Platte gibt. Als Lichtquelle diente dabei eine Wolframlampe; die 16 auf jede Platte gedruckten Skalen-

bilder umfassen einen Helligkeitsbereich von 4 $\frac{1}{2}$ Größenklassen. Als Nullpunkt der Skala diente für jede Wellenlänge die Intensität der entsprechenden Stelle im Spektrum des Sterns BD + 32° 1433, der ungefähr $\frac{1}{2}$ Grad von der Nova absteht. Die visuelle Helligkeit des Vergleichsterns ist nach dem Potsdamer Generalkatalog 7^m22, die photographische nach Messungen von *Kühl* 6^m99 (AN 192 Nr. 4586).

Zur Messung der Schwärzungen benutzte ich das *Hartmannsche* Mikrophotometer und ordnete die Schwärzungen des kontinuierlichen Spektrums von Nova und Vergleichstern in die mit dem Röhrenphotometer erhaltene Intensitätsskala ein. Danach ergaben sich die in der Tabelle I zusammengestellten Helligkeitsdifferenzen Nova – Vergleichstern für jede gemessene Wellenlänge und für jeden Beobachtungstag.¹⁾

Die Spalte 1 enthält die mittlere Greenwicher Zeit der Mitte der Exposition, bei mehreren Platten des gleichen Tages ihr arithmetisches Mittel, ausgedrückt in Dezimalteilen des Tages, die Spalten 4–16 die Helligkeitsdifferenzen von Nova und Vergleichstern für die am Kopfende stehenden Wellenlängen, welche den Mitten der photometrisch gemessenen Spektralbezirke entsprechen. Die letzte Spalte gibt die Zahl der Platten, aus denen die in gleicher Reihe stehenden Intensitätsdifferenzen erhalten sind.

Die graphische Darstellung des zeitlichen Helligkeitsverlaufes für jede einzelne Wellenlänge bringt zum Ausdruck, daß die Helligkeitsschwankungen einander parallel gehen; die Amplituden nehmen nach den kurzen Wellenlängen ab. Die Hauptschwankungen zwischen dem 17. und 30. März, sowie zwischen dem 30. März und 12. April lassen dies deutlich erkennen. Die Abnahme der Helligkeitsschwankungen von λ 477 bis λ 342 $\mu\mu$ ist indes keine gleichmäßige; für λ 450 $\mu\mu$ und λ 404 $\mu\mu$ sind die Helligkeitsänderungen kleiner als für die benachbarten Wellenlängen. Schärfer prägt sich die Ungleichmäßigkeit in den Helligkeitsschwankungen aus, wenn man nach dem Vorgang meiner zitierten Abhandlung zunächst die mittlere photographische Helligkeit des kontinuierlichen Spektrums der Nova feststellt, sodann die Abweichungen von den mittleren Helligkeitsschwankungen für jede Wellenlänge in ihrem zeitlichen Verlauf graphisch veranschaulicht.

In den ersten Tagen der Novaerscheinung sind von *Eberhard* einige wenige Aufnahmen mit rotempfindlichen Platten gemacht; bei diesen war vor die Lampe des Röhrenphotometers ein Rotfilter gesetzt. Aus den 6 brauchbaren Platten ergaben sich für λ 632 $\mu\mu$ die Helligkeitsdifferenzen des kontinuierlichen Spektrums von Nova und Vergleichstern,

¹⁾ Bei der Reduktion der Messungen wurden die spektralen Helligkeiten der Nova auf ein mittleres Normalspektrum des Vergleichsterns bezogen; wegen der Einzelheiten verweise ich auf die a. a. O. genannte Publikation. Da die Reduktionsrechnungen im vergangenen Jahre noch ein zweites Mal unabhängig von der früheren durchgeführt wurden, weichen die jetzigen Zahlenwerte von den früheren ab; jedoch beträgt der Unterschied meist nur wenige Hundertstel Größenklassen.

wie sie in der Spalte 2 der Tabelle I aufgeführt sind. Da die Schwärzungen des Vergleichsterns für die betrachtete Wellenlänge in der Nähe des Plattenschleiers liegen, haben diese Helligkeitsangaben an und für sich eine beschränkte Genauigkeit. Gleichwohl werden diese Messungen des Vergleichsterns nicht erheblich fehlerhaft sein, da die Helligkeitsdifferenzen der Nova gegen den roten Stern BD +32°1414

März 17 22 23 26 29 30
 -0^m77 -0^m50 -0^m38 +0^m91 +0^m29 +1^m28

eine verhältnismäßig gute differentielle Übereinstimmung mit

den Angaben der Spalte 2 ergeben. Die Schwankung zwischen März 17 und März 30 ist durch die Helligkeitswerte angedeutet. Besonders auffällig ist die rapide Abnahme der Helligkeit für $\lambda 632 \mu\mu$ in den ersten Tagen der Erscheinung der Nova; sie ist von derselben Größenordnung (2^m), wie die der Nova Aquilae 3 bei $\lambda 604 \mu\mu$ in der Zeit 1918 Juni 13 bis Juli 4. Insoweit die wenigen Messungen überhaupt ein Urteil zulassen, scheint die Schwankung bei $\lambda 632 \mu\mu$ kleiner zu sein als die entsprechende aus den mittleren photographischen Helligkeiten des kontinuierlichen Spektrums der Nova Geminorum 2.

Tabelle I.

1912	Wellenlänge in $\mu\mu$															N
März	632	550	498	477	450	422	404	393	386	381	376	370	361	352	342	
17.29	-2 ^m 53	-1 ^m 80	-0 ^m 76	-0 ^m 16	-0 ^m 96	-0 ^m 75	-0 ^m 83	-1 ^m 20	-1 ^m 10	-1 ^m 56	-1 ^m 52	-2 ^m 28	-2 ^m 38	-2 ^m 29	-2 ^m 03	2
22.31	-1.97	-2.24	—	-0.81	-1.42	-1.48	-1.36	-1.42	-1.54	-1.88	-2.03	-2.56	-2.80	-2.69	-2.64	2
23.33	-1.91	-2.30	-0.64	-1.01	-1.58	-1.65	-1.53	-1.60	-1.70	-2.20	-2.18	-2.65	-2.93	-2.95	-3.03	3
26.30	-0.50	-1.29	—	+0.10	-0.55	-0.55	-0.53	-0.58	-0.79	-1.06	-1.12	-1.71	-2.03	-2.03	-2.10	1
27.30	—	-0.93	—	+0.94	+0.19	+0.32	+0.24	+0.32	-0.10	-0.38	-0.64	-1.30	-1.66	-1.71	-1.40	2
29.34	-1.36	-1.21	+1.02	+0.97	+0.06	+0.18	-0.10	+0.10	-0.21	-0.72	-0.89	-1.54	-1.95	-1.91	-1.38	2
30.30	-0.63	-1.49	+0.24	-0.34	-0.78	-0.71	-0.75	-0.84	-0.99	-1.36	-1.49	-1.99	-2.49	-2.57	-2.17	3
April																
3.33	—	-1.10	-0.01	+0.21	-0.42	-0.36	-0.47	-0.63	-0.62	-1.14	-1.28	-1.76	-1.97	-1.95	-1.79	3
7.32	—	-0.65	—	+0.97	+0.17	+0.31	+0.03	+0.19	-0.08	-0.48	-0.74	-1.30	-1.65	-1.74	-1.55	3
11.34	—	-0.76	—	+1.49	+0.38	+0.78	+0.35	+0.63	+0.10	—	-0.49	-1.10	—	-1.57	-1.49	1
12.33	—	-0.72	—	+0.80	-0.07	+0.06	-0.09	-0.20	-0.12	-0.64	-0.80	-1.34	-1.63	-1.68	-1.59	2
15.37	—	-0.46	—	+1.30	+0.59	+0.81	+0.53	+0.98	+0.33	+0.05	-0.18	—	-1.04	-0.91	-1.11	2
16.34	—	-0.39	—	+0.81	+0.10	+0.46	+0.14	+0.20	+0.12	-0.38	-0.56	—	-1.44	-1.32	-1.50	2
19.34	—	-0.32	—	+0.75	+0.06	-0.01	-0.17	-0.35	-0.48	-0.91	-0.84	—	-1.72	—	—	1
21.33	—	-0.33	—	+0.71	+0.33	+0.55	+0.04	+0.27	-0.04	-0.39	—	—	—	—	—	1
24.35	—	-0.10	—	+0.64	+0.26	+0.56	+0.19	+0.26	-0.15	-0.41	—	—	—	—	—	2
25.36	—	-0.04	—	+0.98	+0.66	+0.84	+0.35	+0.47	+0.18	-0.19	—	—	—	—	—	2
28.36	—	0.00	—	+1.04	+0.71	+0.96	+0.52	+0.52	-0.07	—	—	—	—	—	—	1

In der Spalte 3 der Tabelle I sind die Helligkeitsdifferenzen der Nova Geminorum 2 gegen den Vergleichstern nach der von *Fischer-Petersen* durchgeführten Bearbeitung des Gesamtmaterials der visuellen Helligkeiten angegeben (AN 192 Nr. 4608). Dieselben beziehen sich auf das PD-System; als effektive Wellenlänge der Potsdamer Sterngrößen ist $\lambda 550 \mu\mu$ angenommen, wie sie sich nach *Hertzsprung* (AN 209 Nr. 5000) aus der Yerkes-Aktinometrie von *Parkhurst* ergibt. Die graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufes der visuellen Helligkeitsschwankungen zeigt denselben Charakter wie für die anderen Wellenlängen. Was die Amplitude der Schwankungen anbetrifft, ähnelt die visuelle Helligkeitskurve der des kontinuierlichen Spektrums im äußersten Ultraviolett. Das Minimum vom 11. April, das für die kurzen Wellenlängen nur wenig in Erscheinung trat, ist in der visuellen Helligkeitskurve ganz verschwunden, beziehungsweise durch ein flaches Maximum abgelöst.

Ordnet man die visuellen Helligkeitsdifferenzen ihrer absoluten Größe nach in die Spalten 4-16 ein, so ergibt sich eine zeitliche Verschiebung von $\lambda 373 \mu\mu$ zu $\lambda 394 \mu\mu$. Dies kann dadurch erklärt werden, daß sich das Intensitätsmaximum im kontinuierlichen Spektrum der Nova mit der Zeit nach dem brechbareren Ende verschoben hat. Eine genauere Betrachtung zeigt noch, daß diese Rotverschiebung

in den Minima der Novahelligkeit sozusagen gebremst wird. Betrachten wir die Nova als einen schwarzen Strahler, so müßte sie im Laufe der Zeit heißer geworden sein dergestalt, daß dieser Entwicklungsgang in den Minima stagnierte.

Meines Erachtens ist diese Deutungsart der Verschiebung des Intensitätsmaximums im Spektrum als Temperatursteigerung nicht zutreffend; vielmehr ist ihre Ursache auch aus später zu nennenden Gründen in dem Wechsel der selektiven Absorption der Novaatmosphäre oder einer vorgelagerten Nebelwolke zu erblicken. Eine gewisse Unsicherheit betreffend das Resultat über die Verschiebung des Intensitätsmaximums nach dem Violett ist allerdings nicht zu verkennen. In die visuellen Helligkeiten sind die Intensitäten der Emissionsbänder mit einbegriffen; dies könnte, wenn nicht ganz, so doch zum Teil die Verschiebung erklären.

Stellt man nach der Tabelle I die Helligkeitsdifferenzen für die einzelnen Tage als Funktion der reziproken Wellenlänge dar, so müßte der Verlauf der relativen Energiekurven — würde man die Nova als einen schwarzen Strahler betrachten — durch gerade Linien angenähert dargestellt werden können. Dies ist in Wirklichkeit nicht der Fall. Die Intensitätskurven haben je ein Maximum im Rotgelb und im äußersten Ultraviolett; zwischen Grün und Violett liegt ein tiefes Minimum, das durch starke selektive Absorption in der Novaatmosphäre

erklärt werden kann¹⁾ ²⁾. In den einzelnen Phasen der Helligkeitsschwankungen zeigen die relativen Energiekurven verschiedenes Aussehen. Zur Zeit eines Maximums der Novahelligkeit verlaufen diese in dem Spektralgebiet λ 393–450 $\mu\mu$ ziemlich parallel der $1/\lambda$ -Achse, geben also konstante Helligkeitsdifferenzen gegen den Vergleichstern (vgl. Energiekurven von März 22, 23, 26, 30, April 3, 19). An den Tagen kleinster Novahelligkeit bilden sich bei λ 450 $\mu\mu$ und λ 404 $\mu\mu$ zwei relative Maxima und bei λ 422 $\mu\mu$ und λ 393 $\mu\mu$ zwei relative Minima aus (vgl. Energiekurven von März 27, 29, April 7, 11, 15, 16, 21, 24, 25, 28). Ein Vergleich der zeitlichen Helligkeitsschwankungen mit den relativen Energiekurven zeitigt das bemerkenswerte Resultat, daß die Spektralbereiche relativ großer Intensität λ 450 $\mu\mu$ und λ 404 $\mu\mu$ kleineren Helligkeitsschwankungen unterliegen als die Bereiche geringer Intensität λ 422 $\mu\mu$ und λ 393 $\mu\mu$. Eine Erklärung hierfür ließe sich darin erblicken, daß die Schichtdicke des absorbierenden Mediums, sei es einer Novaatmosphäre oder einer vorgelegten Nebelwolke, etwa infolge der Rotation von einem Maximum zu einem Minimum zugenommen bzw. umgekehrt von einem Minimum zum Maximum abgenommen hat. Die Spektralbereiche relativ starker Absorption werden bei Änderung der Schichtdicke des absorbierenden Mediums größere Schwankungen in der Helligkeit zeigen als die Gebiete relativ geringer Absorption.

Fig. 1. Mittlere relative Energiekurve der Nova Geminorum 2.

Ein umfassender Einblick in den Charakter der Helligkeitsschwankungen läßt sich gewinnen, wenn man für die einzelnen Tage die Unterschiede der relativen Energiekurve von der mittleren betrachtet. Bildet man das arithmetische Mittel der Helligkeitsdifferenzen Nova – Vergleichstern für die einzelnen Wellenlängen, so ergeben sich folgende in Fig. 1 graphisch dargestellte Werte:

λ 550 $\mu\mu$	–0.90	λ 404 $\mu\mu$	–0.19	λ 370 $\mu\mu$	–1.47
498	+0.56	393	–0.16	361	–1.77
477	+0.52	386	–0.40	352	–1.77
450	–0.13	381	–0.77	342	–1.65
422	+0.02	376	–0.90		

Die mittleren Intensitäten in den Wellenlängen, für die nicht an sämtlichen Tagen Messungen vorlagen, wurden nach dem Mittel der vollzähligen Wellenlängen auf das Gesamtmittel

reduziert. Für λ 632 $\mu\mu$ wurde kein Mittel gebildet, weil bei der rapiden Helligkeitsabnahme in den ersten Tagen der Novaerscheinung ein Rückschluß auf Grund der anderen Wellenlängen allzu gewagt wäre. Der Mittelwert für λ 498 $\mu\mu$ hat wegen der wenigen Messungen nur rechnerische Bedeutung.

Fig. 2. Abweichung der relativen Energiekurve der Nova Geminorum 2 von der mittleren für einige charakteristische Tage.

In der Tabelle II sind für die einzelnen Beobachtungstage die Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel zusammengestellt. Wird der Gang dieser Differentialwerte in ihrer funktionellen Abhängigkeit von der Wellenlänge graphisch zur Darstellung gebracht (vergl. Fig. 2), so zeigt sich auch hier, daß sich durch die einzelnen Punkte gerade Linien nicht legen lassen. Dies würde der Fall sein, wenn die periodischen Helligkeitsschwankungen Temperaturschwankungen parallel laufen würden. Betrachtet man nur den Spektralbezirk λ 470 bis 550 $\mu\mu$, so ergibt sich im Einklang mit dem Resultate Wilsings, daß einem Maximum der Novahelligkeit (März 23, 30) eine höhere effektive Temperatur, einem Minimum (März 27, 29, April 7, 11) eine niedrigere Temperatur entspricht. Bezieht man sich dagegen auf das Spektralgebiet λ 340–470 $\mu\mu$, so kehren sich die Verhältnisse um: Einem Maximum der Novahelligkeit würde hier eine niedrigere Temperatur entsprechen als einem Minimum.

Doch damit ist der Inhalt der Tabelle II in allen Einzelheiten noch nicht erschöpft. Den Wellenlängen λ 477, 422, 393 $\mu\mu$ entsprechen an den Tagen größter Novahelligkeit maximale (März 23, 30, April 3, 12, 19), an den Tagen kleinster Helligkeit minimale Helligkeitswerte (März 27, 29,

¹⁾ Die effektive Wellenlänge der visuellen Helligkeiten der Nova würde demgemäß weiter nach dem Rot zu gelegen sein.

²⁾ Man kann einwenden, daß die großen Intensitäten im Ultraviolett bedingt sind durch die Wasserstoffemission, deren Linien hier dicht zusammenstehen. Für die Intensitäten der Wellenlängen λ 381, 376, 370 $\mu\mu$ kann dies in gewisser Hinsicht zutreffen, nicht aber für λ 361, 352, 342 $\mu\mu$. Übrigens zeigt schon eine oberflächliche Betrachtung des Plattenmaterials, daß die Helligkeitsdifferenzen Nova – Vergleichstern im Ultraviolett $1\frac{1}{2}^m$ – 2^m größer sind als an dem weniger brechbaren Ende des Spektrums.

April 7, 11, 15, 21-28)¹⁾. Die Wellenlängen λ 550, 450, 404, 386 $\mu\mu$ u. f. zeigen das entgegengesetzte Verhalten: den Tagen größter Novahelligkeit entsprechen minimale, denen kleinster Helligkeit maximale Helligkeitswerte. Dies steht in Einklang mit dem schon oben erwähnten Resultate, daß für die einzelnen Wellenlängen die Helligkeitsschwankungen verschieden groß sind. Den Wellenlängen λ 550, 450, 404,

386 $\mu\mu$ u. f. entsprechen in der mittleren Energiekurve relative Maxima, den Wellenlängen λ 477, 422, 393 $\mu\mu$ relative Minima. Der schon früher angeführte Satz, daß im kontinuierlichen Spektrum der Nova Geminorum 2 die Spektralbereiche maximaler Intensität kleineren Schwankungen unterliegen als die Bereiche minimaler Intensität, läßt sich hier nach auf alle untersuchten Wellenlängen ausdehnen.

Tabelle II.

1912	Wellenlänge in $\mu\mu$												
	550	477	450	422	404	393	386	381	376	370	361	352	342
März 17	-0 ^m 90	-0 ^m 68	-0 ^m 83	-0 ^m 77	-0 ^m 64	-1 ^m 04	-0 ^m 70	-0 ^m 79	-0 ^m 62	-0 ^m 81	-0 ^m 61	-0 ^m 52	-0 ^m 38
22	-1.34	-1.33	-1.29	-1.50	-1.17	-1.26	-1.14	-1.11	-1.13	-1.09	-1.03	-0.92	-0.99
23	-1.40	-1.53	-1.45	-1.67	-1.34	-1.44	-1.30	-1.43	-1.28	-1.18	-1.16	-1.18	-1.38
26	-0.39	-0.42	-0.42	-0.57	-0.34	-0.42	-0.39	-0.29	-0.22	-0.24	-0.26	-0.26	-0.45
27	-0.03	+0.42	+0.32	+0.30	+0.43	+0.48	+0.30	+0.39	+0.26	+0.17	+0.11	+0.06	+0.25
29	-0.31	+0.45	+0.19	+0.16	+0.09	+0.26	+0.19	+0.05	+0.01	-0.07	-0.18	-0.14	+0.27
30	-0.59	-0.86	-0.65	-0.73	-0.56	-0.68	-0.59	-0.59	-0.59	-0.52	-0.72	-0.80	-0.52
April 3	-0.20	-0.31	-0.29	-0.38	-0.28	-0.47	-0.22	-0.37	-0.38	-0.29	-0.20	-0.18	-0.14
7	+0.25	+0.45	+0.30	+0.29	+0.22	+0.35	+0.32	+0.29	+0.16	+0.17	+0.12	+0.03	+0.10
11	+0.14	+0.97	+0.51	+0.76	+0.54	+0.79	+0.50	—	+0.41	+0.37	—	+0.20	+0.16
12	+0.18	+0.28	+0.06	+0.04	+0.10	-0.04	+0.28	+0.13	+0.10	+0.13	+0.14	+0.09	+0.06
15	+0.44	+0.78	+0.72	+0.79	+0.72	+1.14	+0.73	+0.82	+0.72	—	+0.73	+0.86	+0.54
16	+0.51	+0.29	+0.23	+0.44	+0.33	+0.36	+0.52	+0.39	+0.34	—	+0.33	+0.45	+0.15
19	+0.58	+0.23	+0.19	-0.03	+0.02	-0.19	-0.08	-0.14	+0.06	—	+0.05	—	—
21	+0.57	+0.19	+0.46	+0.53	+0.23	+0.43	+0.36	+0.38	—	—	—	—	—
24	+0.80	+0.12	+0.39	+0.54	+0.38	+0.42	+0.25	+0.36	—	—	—	—	—
25	+0.86	+0.46	+0.79	+0.82	+0.54	+0.63	+0.58	+0.58	—	—	—	—	—
28	+0.90	+0.52	+0.84	+0.94	+0.71	+0.68	+0.33	—	—	—	—	—	—

Tabelle III.

1912	Wellenlänge in $\mu\mu$														
	632	550	498	477	450	422	404	393	386	381	376	370	361	352	342
März 17-30	-1 ^m 34	-1 ^m 61	+0 ^m 06	-0 ^m 05	-0 ^m 72	-0 ^m 66	-0 ^m 69	-0 ^m 75	-0 ^m 92	-1 ^m 31	-1 ^m 41	-2 ^m 00	-2 ^m 32	-2 ^m 31	-2 ^m 11
Differenz	—	+0.98	—	+0.95	+0.84	+0.95	+0.74	+0.87	+0.81	+0.78	+0.71	+0.73	+0.80	+0.75	+0.58
April 3-19	—	-0.63	—	+0.90	+0.12	+0.29	+0.05	+0.12	-0.11	-0.53	-0.70	-1.27	-1.52	-1.56	-1.53
Differenz	—	+0.51	—	-0.06	+0.37	+0.44	+0.23	+0.26	+0.09	+0.25	—	—	—	—	—
April 21-28	—	-0.12	—	+0.84	+0.49	+0.73	+0.28	+0.38	-0.02	-0.28	—	—	—	—	—

Um die Frage genauer zu prüfen, ob mit der Zeit eine Verschiebung des Intensitätsmaximums im kontinuierlichen Spektrum der Nova stattgefunden hat, habe ich die Helligkeitswerte der Tabelle I in drei Gruppen zusammengefaßt. Die erste Gruppe der Tabelle III enthält die mittleren spektralen Helligkeiten der Nova für März 17-30, die zweite Gruppe diejenigen für April 3-19 und die letzte Gruppe die für April 21-28. Die beiden ersten Gruppen sind so gewählt, daß sie ungefähr je eine Periode der Helligkeitsschwankung umfassen. Die Differenzen von Gruppe zu Gruppe bestätigen das bereits von früher her bekannte, aber noch nicht ganz sichergestellte Resultat, daß sich das Intensitätsmaximum im kontinuierlichen Spektrum der Nova Geminorum 2 im Laufe der Entwicklung weiter nach dem Ultraviolett verschoben hat. Der für λ 477 $\mu\mu$ angegebene Differenzwert von der zweiten und dritten Gruppe -0^m06 fällt aus der Reihe der übrigen heraus und bringt die schon oben konstatierte Tatsache zum Ausdruck, daß dieses Spektralgebiet in den letzten Tagen eine gegenüber den übrigen zu große Helligkeit aufweist.

Ein gewisses Interesse beansprucht noch die Untersuchung der Frage, wie sich die von *Kühl* in München bestimmten photographischen Helligkeiten der Nova Gemin. 2 (AN 192 Nr. 4586) in die Tabelle I einordnen lassen. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß die photographischen Helligkeiten, aufgefaßt als Integralwerte über das ganze photographisch wirksame Spektrum, die Emissionsbänder miteinbegreifen. Soweit Messungen zu den Terminen der spektral-photometrischen Beobachtungen vorliegen, ergeben sich folgende photographische Helligkeitsdifferenzen Nova—Vgl.*:

März 29	30	April 3	12	16	25
-0 ^m 77	-1 ^m 25	-0 ^m 97	-0 ^m 73	-0 ^m 29	+0 ^m 17

Die Zahlenwerte fügen sich gut unter der Wellenlänge λ 382 $\mu\mu$ in die Tabelle I ein. Eine geringe Verschiebung nach Rot hin seit April 12 scheint angedeutet. Die Helligkeit der Emissionsbänder nimmt — ein Resultat, das ich hier schon voraussetze — vom 3. April stärker ab als das kontinuierliche Spektrum. Hierdurch läßt sich die Rotverschiebung der effektiven Wellenlänge der photographisch bestimmten Nova-

¹⁾ Für die Tage April 21-28 gibt die Wellenlänge λ 477 $\mu\mu$ ein Maximum der Helligkeit im Gegensatz zu den vorausgehenden Terminen, an denen ein Minimum eintrat.

helligkeiten, die ja die Intensitäten der Emissionsbänder mit-
einbegreifen, erklären. Daß die effektive Wellenlänge der
photographischen Größen der Nova so weit im Ultraviolett
liegt, ist wohl auf die verhältnismäßig große Helligkeit des
äußersten Ultravioletts im kontinuierlichen Spektrum der Nova
zurückzuführen.

Für die Tage, zu denen photographische Helligkeits-
werte der Nova vorliegen, habe ich den relativen Farbenindex
der Nova in bezug auf den Vergleichstern, d. i. den Unter-
schied der photographischen und visuellen Sterngrößendifferenz
von Nova und Vergleichstern, bestimmt:

März 15	16	19	21	29	30
+0 ^m 59	+0 ^m 40	+0 ^m 06	+0 ^m 04	+0 ^m 44	+0 ^m 24
April 3	4	8	12	13	16
+0 ^m 13	+0 ^m 40	+0 ^m 13	+0 ^m 01	+0 ^m 50	+0 ^m 10
April 17	23	25	26	Mai 3	12
+0 ^m 21	+0 ^m 02	+0 ^m 21	+0 ^m 19	+0 ^m 20	+0 ^m 07

Der mittlere relative Farbenindex ist +0^m22; die Nova ist
danach ein wenig roter als der Vergleichstern, der nach dem
Potsdamer Generalkatalog GW— ist. *Kühl* gibt für die auf-
einanderfolgenden Beobachtungstermine die Farbenreihe: gelb-
rot, rötlichgelb, orange, gelb mit wenig rot an. Die rötliche
Färbung der Nova ist vermutlich dem starken Hervortreten
der Wasserstofflinie H_α zuzuschreiben. Eine Abnahme des
Farbenindex im Sinne der Farbenfolge ist nur in ganz ge-
ringem Maße angedeutet; das Mittel der ersten 9 Werte ist
+0^m27, das der letzten 9 +0^m16. Ein ebenfalls nur ganz
schwach angezeigter Parallelismus besteht zwischen den Än-
derungen des Farbenindex und den periodischen Helligkeits-
schwankungen der Nova, indem den Tagen maximaler Hellig-
keit ein kleinerer, den Tagen minimaler Helligkeit ein größerer
Farbenindex entspricht. Dies steht im Einklang mit dem
früher erhaltenen Resultat, daß die visuellen Helligkeits-
schwankungen der Nova kleiner sind als die des mittleren
photographisch wirksamen Spektrums.

Außer dem kontinuierlichen Spektrum der Nova habe
ich die Schwärzungen der Wasserstoffemissionsbänder H_α , H_β ,
 H_γ , H_δ , H_ϵ , H_ζ , H_η und der Nebellinie $\lambda 466 \mu\mu$ gemessen.
Bei der mikrophotometrischen Ausmessung wurden die schmalen
Bänder an den Rand des Photometerfleckes gebracht und ihre
intensivste Stelle mit dem angrenzenden Teil des Photometer-
keiles verglichen. Die Messungsergebnisse haben nur eine
beschränkte Genauigkeit: Die Bänder füllten den Photometer-
fleck nicht ganz aus; bei der Einschätzung in die Photometer-
skala störte der an die Emissionsbänder angrenzende Teil
des kontinuierlichen Spektrums. Ferner sind diese kein gleich-
förmig geschwärztes Gebilde. Aus der für jede Platte gültigen
Schwärzungskurve wurden die Helligkeiten der Emissionsbänder
entnommen; sie ließen sich vielfach insofern ungenau bestimmen,
als die Schwärzungskurve für die starken Schwärzungen der
hellen Bänder meist sehr flach verläuft. In den Fällen, wo
die Schwärzung die der Skalenbilder überstieg, wurde die
Helligkeit durch Extrapolation gefunden. In der Tabelle IV
sind die Helligkeitsdifferenzen eines jeden Emissionsbandes
und des entsprechenden Spektralbezirkes vom Vergleichstern
zusammengestellt; sie begreifen die Intensität des kontinuier-
lichen Untergrundes mit ein.

Tabelle IV.

1912	H_α	H_β	$\lambda 466 \mu\mu$	H_γ	H_δ	H_ϵ	H_ζ	H_η
März 17	-4 ^m 5	-1 ^m 3	-1 ^m 1	-1 ^m 4	-1 ^m 4	-1 ^m 3	-1 ^m 3	-1 ^m 4
22	-5.3	-2.0	-1.3	-2.6	-2.1	-2.0	-1.8	-2.0
23	-4.7	-2.4	—	-2.0	-2.1	-2.0	-2.0	-2.1
26	-4.3	-1.9	-1.1	-2.6	-1.8	-1.6	-1.1	-1.3
27	—	-1.3	-0.7	-1.5	-1.4	-0.6	-0.3	-0.3
29	-4.4	-1.5	-0.6	-2.0	-1.6	-1.0	-0.4	-0.5
30	-4.8	-2.5	-0.9	-2.3	-2.2	-1.6	-1.3	-1.3
April 3	—	-2.9	-0.8	-2.8	-2.1	-1.2	-1.1	-0.9
7	—	-1.9	-0.8	-2.3	-1.6	-0.8	-0.3	-0.4
11	—	-1.2	-1.0	-3.2	-1.9	-0.5	+0.1	0.0
12	—	-1.4	-0.8	-2.2	-1.7	-1.0	-0.5	-0.4
15	—	-0.8	-0.7	-1.3	-1.1	-0.2	+0.4	+0.2
16	—	-0.8	-0.7	-1.0	-0.9	-0.4	-0.1	-0.2
19	—	-0.4	-0.8	-1.0	-1.2	-0.8	-0.5	-0.6
21	—	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8	-0.2	+0.1	—
24	—	-0.6	-0.3	-0.5	-0.3	-0.1	0.0	—
25	—	-0.5	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	+0.1	—
28	—	-0.1	-0.3	-0.6	-0.4	-0.1	+0.2	—

Von den Sterngrößen bin ich gemäß der Formel:

$$m_{\text{c}} - m_{\text{s}} = -2.5 \log \left\{ \frac{(\mathcal{I}_{\text{c}} + \mathcal{I}_{\text{s}})}{\mathcal{I}_{\text{s}}} \right\}$$

auf Intensitäten übergegangen und habe nach der Tabelle I
die Intensität des kontinuierlichen Spektrums in Abzug ge-
bracht. In der Tabelle V sind dann die Helligkeitsdifferenzen
der Emissionsbänder ohne kontinuierlichen Untergrund und
des Vergleichsterns, wieder ausgedrückt in Größenklassen
 $m_{\text{c}} - m_{\text{s}} = -2.5 \log (\mathcal{I}_{\text{c}} / \mathcal{I}_{\text{s}})$ zusammengestellt. Die Tabelle
wird durch Fig. 3 erläutert. Die Helligkeitsangaben für die
Emissionsbänder H_ζ und H_η der letzten Tage sind unsicher,
weil sich die Linien nur wenig vom kontinuierlichen Unter-
grund abheben. Alle Emissionsbänder außer der Nebellinie
 $\lambda 466 \mu\mu$ scheinen die Helligkeitsschwankungen des kontinu-
ierlichen Spektrums mitzumachen; die Hauptschwankung
zwischen dem 17. und 30. März läßt dies erkennen. Das
Minimum von April 11 tritt nur bei den schwachen Emissions-
linien H_ϵ , H_ζ , H_η in Erscheinung, H_γ und H_δ haben an diesem
Tage ein Maximum der Helligkeit. Ein gewisser Zusammen-
hang mit dem kontinuierlichen Spektrum ist nicht zu ver-
kennen; auch hier tritt bei den Wellenlängen, die hohe In-
tensitätswerte geben, das Minimum nur schwach in Erscheinung,
bei den visuellen Helligkeitsschwankungen ist es sogar durch
ein flaches Maximum abgelöst. Im Gegensatz zum kontinu-
ierlichen Spektrum nehmen die Wasserstoffemissionsbänder
bis etwa zum 3. April an Helligkeit zu; dieser Zunahme folgt
dann eine stärkere Abnahme der Helligkeit als beim kontinu-
ierlichen Spektrum. Die Helligkeit der Nebellinie $\lambda 466 \mu\mu$
ist im wesentlichen konstant geblieben; die Helligkeits-
schwankungen des kontinuierlichen Spektrums sind nicht
angedeutet.

In guter Übereinstimmung mit dem Resultate *Wilsings*
hat sich die Helligkeit des Wasserstoffemissionsbandes H_α
in den ersten Tagen nicht wesentlich geändert, während das
kontinuierliche Spektrum bei $\lambda 632 \mu\mu$ um 2^m schwächer ge-
worden ist.

Die Zusammenstellung der Mittelwerte der Helligkeits-
differenzen der Emissionsbänder und des Vergleichsterns für
die drei Epochen März 17-30, April 3-19, April 21-28 in

der Tabelle VI zeitigt folgendes Resultat: Abgesehen von $H\zeta$ und $H\eta$, deren absolute Helligkeitsangaben nicht ganz sicher-

Fig. 3. Helligkeitsschwankungen der Emissionsbänder.

Frankfurt a. M., Sternwarte der Universität und des Physikalischen Vereins, 1919 Dez. 6.

A. Brill.

Beobachtungen der Jupiteroberfläche.

Als ich nach 15-monatlicher Unterbrechung die Beobachtungen Jupiters wieder aufnehmen konnte, war ich völlig überrascht von den ungeahnten Veränderungen des Südgürtels. Am zweiten Beobachtungsabend (Jan. 17) glaubte ich in einem verwaschenen Gewölke allerdings etwas zu erkennen, was dem ehemals roten Gr. Fleck ähnlich war; Zeichnung 3 und 4 weisen das Gebilde wohl auf, aber mangels einer Ephemeride konnte ich die Länge nicht bestimmen. Auf ferneren Zeichnungen erscheint die Form nie mehr, wohl aber ein Gewirre von Strichen, Fäden und Ballungen, die Vorgänge allergrößten Umfangs verraten, wie ich sie seit 30 Jahren nicht bemerkt habe. Der ganze sonst so standhaft gleichförmig gebliebene Südgürtel ist durch Ausbreitung des weißlichen Stoffes der Zonen unkenntlich gemacht, scheint sich aber seit kurzer Zeit seinem alten Aussehen wieder nähern zu wollen.

Die nachträgliche Bestimmung der Längen für die 54 heute (seit halbem Januar) vorliegenden Zeichnungen ließen nun den Befund vom 17. Januar näher bestimmen. Indem

gestellt erscheinen, weil sich die Linien nur wenig vom kontinuierlichen Untergrund abheben, haben $H\beta$, $H\gamma$, $H\delta$, $H\epsilon$ beim Übergang von der ersten zur zweiten Epoche durchschnittlich $0^m.2$ eingebüßt, während das kontinuierliche Spektrum im Mittel $0^m.9$ schwächer geworden war. Von der zweiten zur dritten Epoche hat die Helligkeit der Emissionsbänder um $1^m.3$ abgenommen, während sich die des kontinuierlichen Spektrums nur um $0^m.3$ vermindert hatte.

Tabelle V.

1912	$H\alpha$	$H\beta$	$\lambda 466\mu\mu$	$H\gamma$	$H\delta$	$H\epsilon$	$H\zeta$	$H\eta$
März 17	$-4^m.3$	$-0^m.6$	$0^m.0$	$-0^m.4$	$-0^m.6$	$+0^m.4$	$+1^m.0$	$0^m.0$
22	-5.2	-1.6	$+1.0$	-2.1	-1.3	-1.0	-0.4	-0.8
23	-4.6	-2.2	—	-0.5	-1.1	-0.8	-0.7	-0.9
26	-4.3	-1.7	-0.5	-2.4	-1.4	-1.0	$+0.1$	-0.2
27	—	-1.1	-0.3	-1.2	-1.2	0.0	$+1.0$	$+1.6$
29	-4.4	-1.4	0.0	-1.6	-1.4	-0.4	$+0.9$	$+0.9$
30	-4.7	-2.4	$+0.4$	-2.0	-1.9	-1.0	0.0	$+0.3$
April 3	—	-2.8	0.0	-2.6	-1.8	-0.4	0.0	$+0.5$
7	—	-1.8	-0.5	-2.2	-1.4	-0.3	$+1.1$	$+1.1$
11	—	-1.1	-0.8	-3.2	-1.8	$+0.1$	$+1.9$	$+2.6$
12	—	-1.2	-0.4	-2.0	-1.4	-0.3	$+0.9$	$+1.2$
15	—	-0.6	-0.4	-1.1	-0.9	$+0.4$	$+2.0$	$+2.3$
16	—	-0.6	-0.3	-0.7	-0.4	$+0.6$	$+1.5$	$+1.3$
19	—	$+0.1$	-0.3	-0.5	-0.8	$+0.1$	$+1.9$	$+1.7$
21	—	$+0.1$	$+0.3$	-0.4	-0.4	$+1.0$	$+3.1$	—
24	—	-0.1	$+0.5$	$+0.2$	$+0.5$	$+1.5$	$+4.2$	—
25	—	-0.2	0.0	-0.1	$+0.2$	$+1.1$	$+2.0$	—
28	—	$+0.4$	$+0.2$	-0.3	0.0	$+0.8$	$+2.9$	—

Tabelle VI.

1912	$H\alpha$	$H\beta$	$\lambda 466\mu\mu$	$H\gamma$	$H\delta$	$H\epsilon$	$H\zeta$	$H\eta$
März 17-30	$-4^m.5$	$-1^m.6$	$0^m.0$	$-1^m.5$	$-1^m.3$	$-0^m.5$	$+0^m.3$	$+0^m.1$
Differenz	—	$+0.5$	-0.4	-0.3	$+0.1$	$+0.5$	$+1.0$	$+1.4$
April 3-19	—	-1.1	-0.4	-1.8	-1.2	0.0	$+1.3$	$+1.5$
Differenz	—	$+1.1$	$+0.6$	$+1.7$	$+1.3$	$+1.1$	$+1.7$	—
April 21-28	—	0.0	$+0.2$	-0.1	$+0.1$	$+1.1$	$+3.0$	—

ich zugleich den Lauf des Gr. Flecks seit 1912 zu Rate zog, fand ich, daß tatsächlich am 17. Januar das große Oval noch als solches in $\lambda 327^\circ$ bestand; seine Längenausdehnung von rund 29° jov. hatte es richtig erkennen lassen, und seine damalige Lage paßt sehr gut zu dem Orte, den der Gr. Fleck bei seiner bekannten Eigenbewegung einzunehmen hatte.

Es ist nun möglich, daß sich die Gegend und der ganze Südgürtel aufzuklären beginnt. Dabei wäre es wichtig, die Vorgänge um die ehemalige »Bucht« herum genau zu verfolgen. Herr K. Glitscher (Mülheim) hat geglaubt am 25. Januar diese Bucht zu sehen; die Länge war aber, wie ich aus seiner Zeichnung jetzt finde, damals $127^\circ 8'$, also gerade um einen halben Umfang verschieden. — Es sei noch bemerkt, daß, wie vor 25 Jahren die »Granat-« und »Violinflecke« Brenners, so jetzt wieder einige solche Flecke von tief braunroter Farbe am Nordrande des anscheinend zerfallenden Nordgürtels auftreten.

Landstuhl, 1920 März 8.

Ph. Fauth.