Über die Rotation der vier älteren Jupitertrabanten.

Von *Paul Guthnick*.

[Mit einer Tafel.]

Im Anschluß an die in A. N. 4000 gemachte vorläufige Mitteilung von Helligkeitsmessungen der Jupitertrabanten zum Zweck der Ergründung des Gesetzes ihrer Helligkeitsänderungen und damit ihrer Rotationszeiten gebe ich jetzt, nach dem Abschluß der Beobachtungen, die vorläufigen Resultate aller meiner in dem Zeitraum 1904 Dez. 18 bis 1905 März 24 erhaltenen brauchbaren Helligkeitsbestimmungen, welche zum weitaus größten Teil auf Messungen mit dem in A. N. 4000 erwähnten Zöllnerschen Photometer (von Ausfeld), zu einem kleinen Teil auf Schätzungen nach Argelanders Methode beruhen. Über das Beobachtungsverfahren ist das Nötigste schon früher gesagt worden, es wäre vielleicht noch hinzuzufügen, daß die Farbe der Photometersterne hellgelb (Gelb mit einem Stich ins Grünliche) war; eine Untersuchung meiner Intensitätsgleichung, welche durchaus normal ist, wird bei der endgültigen Bearbeitung des Materials, welche sich auch auf die früheren Beobachtungsreihen erstreckt, gegeben werden. Da persönliche Verhältnisse diese Bearbeitung möglicherweise unterbrechen werden, so habe ich es vorgezogen, schon jetzt über das Resultat Mitteilung zu machen.

Das Hauptergebnis der Untersuchung ist die Feststellung eines gesetzmäßigen Lichtwechsels bei allen vier Trabanten während des genannten Zeitraums; die Perioden der Helligkeitsänderungen fallen mit den Umlaufzeiten zusammen, somit ist die Gleichheit von Rotations- und Umlaufzeit bei den vier älteren Jupitertrabanten sehr wahrscheinlich. Ausgeschlossen habe ich von meinen Beobachtungen nur einige Schätzungen des Trabanten IV bei den Anomalien 359° bis 2° wegen allzu großer Jupiternähe, sowie einige Messungen, die durch Wolken verdorben wurden, endlich eine Anzahl Schätzungen von 1904 Dez. 22 bis 1905 Jan. 2, welche in Bonn an einem $2\frac{1}{2}$ -zöll. Fernrohr mit 55facher Vergrößerung erhalten worden waren. Die Größen sind dem System der PD. angeschlossen; als Vergleichsterne haben gedient, in chronologischer Reihenfolge: PD₁ 162, 170, 143, 140, 160, 134, 159, 75, 143, 196, 131, 176, 177, 207. Meistens sind wenigstens zwei Vergleichsterne, ein heller und ein schwacher, häufig aber 3 bis 6, wenn möglich mehrere Male zwischen den Trabantenbeobachtungen, mitgemessen worden. Die Extinktion ist für den Ort des Jupiter berechnet und an die Helligkeitslogarithmen angebracht worden; sodann wurden alle Größen auf die mittlere Opposition ($r = 5.2028$, $\Delta = 4.2028$) reduziert. (Die Größen in A. N. 4000 sind scheinbare.) Die Anomalien wurden mit

Hilfe der Tafel II in Engelmanns Habilitationsschrift: Über die Helligkeitsverhältnisse der Jupitertrabanten, Leipzig 1871, von den jeweiligen nächsten oberen Konjunktionen (des B. J.) aus berechnet. Dieses Verfahren besitzt angesichts der schnellen Helligkeitsänderungen bei den drei inneren Trabanten nicht alle wünschenswerte Genauigkeit, da die Anomalien möglichst innerhalb des Grades genau für die Beobachtungszeiten gegeben sein müßten, was sich jedoch nur ziemlich umständlich erreichen läßt. Von der Phasenkorrektur ist vorläufig abgesehen worden, da dieselbe einer genaueren Untersuchung bedarf, sie wird jedoch nur gering sein. Der Einfluß der Erleuchtung durch Jupiter auf die beobachteten Größen der Trabanten kann vernachlässigt werden. Spezielle Angaben über die einzelnen Messungen, über das Verhalten der Extinktion am hiesigen Beobachtungsort, über das Reduktionsverfahren, bei welchem ich die systematischen Fehler möglichst zu eliminieren versucht habe, endlich strengere Behandlung des Materials in gewisser Richtung, behalte ich mir für die definitive Bearbeitung vor. Unter den älteren Beobachtungsreihen sind die Schätzungen von Auwers aus den Jahren 1858–60, welche im Anhang der oben zitierten Schrift von Engelmann mitgeteilt sind, ferner die Messungen Engelmanns (1870) und Pickerings (1877–78) teils neu berechnet, teils auf das System der Bothkamper Beobachtungen reduziert worden. Die Berechnung der Auwersschen Beobachtungen und zwar nur der an den größeren Instrumenten angestellten, welche auf Vergleichen der Trabanten untereinander nach Argelanders Stufenschätzungsmethode beruhen, ist mit Hilfe der aus den Bothkamper Beobachtungen konstruierten Lichtkurven geschehen, nachdem eine unabhängige Reduktion den im großen und ganzen parallelen Gang der Kurven aus beiden Reihen dargetan hatte. Abweichend von Engelmann finde ich den Wert einer Auwersschen Stufe nicht zu $0^m.166$, sondern im Durchschnitt nahe gleich $0^m.10$; dieser Wert ist fast durchweg den Reduktionen zugrunde gelegt worden. Außerdem ergab sich, daß Trabant IV von Auwers nahe konstant um $0^m.60$ heller geschätzt wurde als von mir; dies kann nicht befremden, da dieser Trabant, wohl durch sein eigentümliches Aussehen, überhaupt bei den verschiedenen Beobachtern zu beträchtlichen Auffassungsdifferenzen Veranlassung gegeben hat. Dieselben werden teils infolge seiner blaugrauen Färbung, teils infolge seiner großen scheinbaren Scheibe, die nicht in Einklang mit seiner Helligkeit steht, in hohem Grade von der Vergrößerung des benutzten In-

struments, der Beschaffenheit des Objektivs, der Empfindlichkeit des Auges für die verschiedenen Farben etc. abhängen.¹⁾

Das angewandte Reduktionsverfahren möge an einem Beispiel gezeigt werden. Auwers beobachtete 1858 Nov. 19 III 3 II 0.5 IV 0.3 I. Bringt man an IV gleich die Korrektur 0^m60 an, setzt den schwächsten Trabanten gleich 0.00 und verwandelt die Stufen in Größen, so erhält man:

$$IV = 0.00 \quad I = 0.57 \quad II = 0.65 \quad III = 0.95;$$

nach den Kurven ist für die Beobachtungszeit gewesen:

$$IV = 0.00 \quad I = 0.42 \quad II = 0.78 \quad III = 1.22$$

Abweichungen Kurve — Beobachtungen:

$$0.00 \quad -0.15 \quad +0.13 \quad +0.27$$

im Mittel also +0^m06; bringt man diesen Wert mit entgegengesetztem Zeichen an die Abweichungen an, so folgt:

$$-0.06 \quad -0.21 \quad +0.07 \quad +0.21.$$

Diese Werte sind algebraisch zu den Kurvenwerten 6^m32, 5^m90, 5^m54, 5^m10 zu addieren, und somit werden die beobachteten Helligkeiten:

$$IV = 6^m26, I = 5^m69, II = 5^m61, III = 5^m31.$$

Die Messungen Engelmanns und Pickerings sind fast durchweg in derjenigen Reduktion benutzt worden, welche sie von ihren Urhebern erhalten haben, nur sind an die Werte eines jeden Abends eine für alle Trabanten gleiche Korrektur angebracht, um sie direkt mit den Bothkamper

Messungen vergleichbar zu machen. Die angebrachten Korrekturen sind das jeweilige Mittel aus den Abweichungen der vier Trabantenhelligkeiten eines Abends gegen die entsprechenden Kurvenwerte. Dieses Verfahren ist, wie man sieht, mit dem bei den Auwersschen Beobachtungen angewandten identisch. Da die Schätzungen von Auwers bisher noch nicht reduziert vorliegen, so füge ich sie den meinigen hinzu.

Die der Reduktion zugrunde gelegten Kurven waren unbedeutend von den definitiven verschieden. Einer besonderen Untersuchung bedarf noch der etwaige Einfluß der Erleuchtung des Gesichtsfeldes durch Jupiter auf die Schätzungen und Messungen. Bei den Bothkamper Messungen ist von vornherein gar kein oder nur ein geringer Einfluß zu erwarten, einerseits wegen der Anordnung der Messungen, andererseits wegen des kleinen Verhältnisses von Öffnung zu Brennweite bei dem benutzten Instrument, insofern das Gesichtsfeld in der Umgebung des Jupiter meist nur schwach erleuchtet war. Einiges Material zu dieser Untersuchung liefern, wie ich glaube, die Messungen von in der Nähe des Jupiter stehenden Trabanten, die in die helle Dämmerung fallen, weil diese das Gesichtsfeld gleichmäßig hell macht. Da letztere insofern auf die Trabanten in der gleichen Weise wirken wird, so bieten diese Messungen ein Kriterium für die Größe des fraglichen Einflusses dar. Zehn Messungen in der Dämmerung zeigen jedoch gegenüber den Nachtmessungen keinen systematischen Unterschied.

Beobachtungen in Bothkamp.

Trabant I.

Datum	ν	Größe
Jan. 15	24°	5 ^m 73
» 13	25	5.80
» 22	27	5.70
Febr. 7	27	5.44
» 7	30	5.30
Jan. 22	33	5.51
» 31	35	5.47
Febr. 7	36	5.26
Jan. 15	41	5.65
März 18	41	5.77
Febr. 9	64	5.18
Jan. 17	66	5.34
» 17	71	5.50
Febr. 9	74	5.08
» 2	78	5.27
» 9	83	5.10
» 2	86	5.42
» 18	94	5.66
» 18	97	5.56
Jan. 26	98	5.66
» 19	112	5.23
Febr. 11	115	5.56
Dez. 18	118	5.58

Datum	ν	Größe
Febr. 27	122°	5 ^m 72
Dez. 18	123	5.51
Jan. 19	123	5.40
Febr. 27	123	5.70
» 11	125	5.60
Jan. 26	126	5.47
März 22	126	5.53
Febr. 27	127	5.51
» 11	129	5.64
März 22	130	5.45
» 22	134	5.51
Jan. 19	137	5.42
Febr. 11	137	5.48
» 27	140	5.39
Jan. 19	146	5.44
Febr. 20	147	5.36
» 13	156	5.52
» 20	157	5.32
» 20	162	5.44
» 20	165	5.57
Jan. 21	167	5.32
März 24	169	5.7
Jan. 21	191	5.91

Datum	ν	Größe
Jan. 21	192°	5 ^m 68
» 7	194	5.94
» 21	196	5.74
» 23	203	5.51
März 17	204	5.47
» 10	206	5.50
Jan. 21	207 (5.83)*	
» 14	208	5.47
März 10	209	5.65
Jan. 14	215	5.44
» 23	216	5.51
» 7	221	5.66
» 16	222	5.36
» 23	229	5.46
» 23	235	5.51
» 23	243	5.43
» 16	249	5.61
Febr. 17	252	5.50
Jan. 18	270	5.85
Febr. 26	283	5.37.
März 21	288	5.41
Febr. 3	290	5.45
» 26	291	5.41

Datum	ν	Größe
März 21	293°	5 ^m 7
Dez. 19	294	5.63
Febr. 19	297	5.54:
» 26	298	5.46
» 3	299	5.27
Jan. 20	304	5.34
» 20	310	5.52
Febr. 19	310	5.37
» 12	312	5.45
Jan. 20	313	5.51
» 20	318	5.50
Febr. 19	318	5.46
Jan. 20	323	5.73
März 23	332	5.55
Jan. 13	337	5.74
» 20	338	5.78
» 20	341	5.73
Febr. 21	344 (5.60)*	
März 16	346	5.69
Jan. 20	347	5.9
März 16	348	5.76

¹⁾ Eine Änderung der mittleren Helligkeit dieses Trabanten ist angesichts des parallelen Ganges der Auwersschen und Bothkamper Lichtkurve nicht wahrscheinlich, auch hat er nach Engelmanns und Pickerings Messungen 1870 resp. 1877-78 nahe dasselbe Helligkeitsverhältnis zu den anderen Trabanten gehabt wie gegenwärtig.

Trabant II.

Datum	ν	Größe
Febr. 3	19°	5 ^m 50
» 3	20	5.51
Jan. 20	28	5.76
» 20	31	5.68
» 20	32	5.83
Febr. 21	33	(5.39)*
Jan. 20	34	5.71
Dez. 19	36	5.59
Jan. 20	38	5.58
Febr. 21	41	(5.35)*
Jan. 20	46	5.50
März 18	50	5.57
Febr. 7	55	5.43
Jan. 13	60	5.45
Febr. 7	62	5.32
Jan. 13	63	5.31
Febr. 7	65	5.35
Jan. 31	68	5.47
» 17	89	5.53
Febr. 18	90	5.59
März 22	90	5.58
Febr. 18	91	5.47

Datum	ν	Größe
März 22	91°	5 ^m 62
Jan. 17	92	5.47
März 22	94	5.41
Febr. 11	103	5.22
» 11	109	5.16
» 11	111	5.16
» 11	114	5.29
März 1	131	5.45
Jan. 21	140	5.54
» 21	144	5.53
» 21	148	5.50
» 7	158	5.63
» 14	162	5.66
» 14	166	5.67
» 7	172	5.97
Febr. 26	188	5.83
» 26	189	5.80
Jan. 18	190	5.69
März 23	190	5.79
Jan. 18	191	5.58
Febr. 19	191	5.49

Datum	ν	Größe
Febr. 19	197°	5 ^m 52
» 19	201	5.69
» 12	202	5.45
März 16	203	5.58
» 16	206	5.68
Jan. 22	237	5.75
» 22	238	5.69
» 22	249	5.70
» 15	250	5.75
» 22	252	5.78
Febr. 9	258	5.74
Jan. 15	259	5.76
Febr. 9	263	5.72
» 9	268	5.57
» 2	270	5.66
» 27	279	6.18
» 27	280	6.14
» 27	282	6.07
Jan. 26	283	6.03
Febr. 2	287	5.70
» 27	289	5.65

Datum	ν	Größe
Jan. 19	292°	5 ^m 77
März 24	294	5.79
Febr. 20	295	5.66
Jan. 26	297	5.95
» 19	298	5.72
Febr. 20	301	5.64
» 13	303	5.90
» 20	303	5.76
Jan. 19	304	6.01
Dez. 18	308	5.82
Jan. 19	309	5.78
März 17	312	5.93
Dez. 18	315	5.88
März 10	316	5.86
» 10	317	5.86
Jan. 23	337	5.95
» 23	342	5.85
» 16	348	5.60
» 23	348	5.83
Febr. 17	349	5.91
Jan. 23	351	5.86
März 21	351	5.88

Trabant III.

Datum	ν	Größe
März 1	6°	5 ^m 1
» 1	11	5.25
» 1	12	5.21
Jan. 17	16	5.10
März 23	33	4.96
» 16	41	4.98
» 16	42	4.86
Jan. 18	61	5.16
März 24	83	4.68
Febr. 9	85	4.76
» 9	88	4.77
» 9	90	4.84
» 2	93	4.95
» 2	95	5.00
März 17	95	5.07
» 10	100	4.83
» 10	101	4.85
Jan. 26	103	4.79
» 26	109	4.98
» 19	110	4.79
» 19	113	4.89
» 19	117	4.98

Datum	ν	Größe
Jan. 19	119°	4 ^m 96
» 19	120	5.13
Febr. 17	127	5.12
März 18	144	5.07
Febr. 3	145	5.02
» 3	147	5.15
Jan. 20	159	5.16
» 20	161	5.09
» 20	163	5.09
» 20	167	5.18
» 13	170	5.38
» 13	176	5.38
» 13	176	5.45
Febr. 18	176	5.31
» 18	176	5.40
» 18	177	5.40
» 18	177	5.45
» 11	186	5.28
» 11	188	5.20
» 11	191	5.13
Jan. 21	213	5.03
» 21	215	5.05

Datum	ν	Größe
Jan. 21	217°	4 ^m 92
Febr. 26	217	4.75
Jan. 21	218	4.89
Febr. 26	219	4.74
» 26	221	4.90
Febr. 19	226	5.19
Jan. 7	228	(5.28)*
» 14	228	5.00
» 14	229	5.04
Febr. 19	229	5.02
» 19	231	4.93
» 12	234	5.20
Jan. 7	235	5.32
» 22	262	5.04
Febr. 27	266	5.36
» 27	267	5.25
» 27	268	5.11
» 27	271	4.94
Jan. 15	272	5.24
» 15	276	5.21
Febr. 20	278	5.11
» 20	280	5.03

Datum	ν	Größe
Febr. 20	282°	5 ^m 05
» 13	285	5.08
März 21	292	4.98
Jan. 23	311	5.05
Dez. 18	312	5.19
» 18	315	5.19
Jan. 23	318	5.05
» 16	320	5.09
Febr. 21	326	(4.85)*
Jan. 16	327	5.01
Febr. 21	330	(4.89)*
März 22	341	5.03
» 22	342	5.00
Febr. 7	343	5.03
März 22	343	5.11
Febr. 7	347	4.96
» 7	349	5.04
Jan. 31	354	5.32
Dez. 19	355	5.50

Trabant IV.

Datum	ν	Größe
Jan. 17	12°	6 ^m 19
» 17	13	6.38

Datum	ν	Größe
Febr. 3	18°	6 ^m 37
» 3	18	6.27
» 20	22	6.08

Datum	ν	Größe
Febr. 20	22°	6 ^m 09
» 20	23	6.15
» 20	23	6.15

Datum	ν	Größe
Jan. 18	34°	6 ^m 12
Febr. 21	43	(6.24)*
» 21	44	(6.24)*

Datum	ν	Größe
März 10	47°	6 ^m 31
» 10	47	6.13
Jan. 19	55	6.01
» 19	57	6.39
» 19	58	6.24
» 19	59	6.24
» 20	76	6.21
» 20	78	6.27
» 20	80	6.31
Dez. 18	91	6.16
» 18	91	6.48
» 18	92	6.45
» 18	92	6.28
Jan. 21	100	6.41
» 21	101	6.32
» 21	102	6.24
Febr. 7	103	6.32

Datum	ν	Größe
Febr. 7	105°	6 ^m 34
» 7	105	6.40
Dez. 19	109	6.39
» 19	110	6.35
Jan. 22	120	6.33
» 23	142	6.24
» 23	144	6.44
Febr. 9	147	6.39
» 9	148	6.44
» 9	149	6.40
» 26	151	6.12
» 26	152	6.24
» 26	152	6.31
Jan. 7	158	6.39
» 7	162	6.24
Febr. 27	172	6.42
» 27	173	6.39

Datum	ν	Größe
Febr. 27	174°	6 ^m 43
März 16	176	6.50
» 16	177	6.51
Febr. 11	192	6.26
März 17	196	6.32
Jan. 26	205	6.55
» 26	208	6.34
März 1	214	6.46
» 18	217	6.22
Febr. 13	230	6.29
März 21	281	6.16
Jan. 13	287	6.10
» 13	290	6.21
» 13	290	6.13
» 13	292	6.02
März 22	302	6.08
» 22	303	6.10

Datum	ν	Größe
März 22	303°	6 ^m 01
Jan. 14	311	6.16
» 14	312	5.99
» 31	313	6.15
Febr. 17	317	6.17
März 23	324	6.22
Jan. 15	330	6.16
» 15	332	6.22
Febr. 18	338	6.13
» 18	338	6.10
März 24	345	6.25
Jan. 16	351	6.28
» 16	354	6.41
Febr. 2	355	6.47

* Die erste Messung von Trabant III Januar 7 ist unsicher, da die Einstellungen in den Quadranten 1 und 2 des Intensitätskreises vielleicht infolge eines Ablesefehlers von 10°, von denen in den Quadranten 3 und 4 um fast 9° differieren. Die Messung von I Januar 21 bei 207° Anomalie ist unsicher wegen des ganz verwaschenen Bildes und der großen Zenitdistanz (82°7'). Die zwei ersten Sätze von Messungen Febr. 21 sind beständig durch Wolken unterbrochen worden; beim dritten Satz war die Luft anscheinend klar, aber erfahrungsmäßig ist dieselbe unter solchen Umständen hier in Bothkamp noch längere Zeit verdächtig.

Beobachtungen von Auwers.

Trabant I.

Datum	ν	Größe
58 Nov. 19	15°	5 ^m 69
59 April 6	19	5.65
58 Nov. 12	30	5.55
60 Mai 3	33	5.50
59 März 7	41	5.63
60 Jan. 16	43	5.82
60 Mai 19	43	5.59
60 Febr. 10	55	5.51
59 » 5	60	5.39
60 Mai 12	60	5.43
59 Dez. 3	66	5.32
59 Jan. 6	67	5.35
59 Nov. 26	68	5.28
60 März 20	72	5.45

Datum	ν	Größe
60 Jan. 11	80°	5 ^m 07
60 » 27	81	5.44
59 » 22	84	5.27
60 März 27	86	5.37
60 April 28	89	5.43
59 Febr. 14	102	5.42
59 » 7	112	5.42
58 Dez. 16	113	5.42
60 Jan. 29	123	5.52
59 Dez. 21	136	5.43
59 Jan. 8	147	5.38
59 Dez. 7	153	5.59
60 April 23	153	5.37
58 Dez. 18	158	5.43

Datum	ν	Größe
60 Jan. 24	196°	6 ^m 08
59 Dez. 16	201	5.49
60 April 25	206	5.74
59 Jan. 8	208	5.41
59 April 7	216	5.50
59 Dez. 2	227	5.38
59 Jan. 21	229	5.20
60 Febr. 25	230	5.61
59 Okt. 17	231	5.55
58 Nov. 13	236	5.55
60 Mai 20	246	5.48
59 Dez. 11	251	5.36
60 März 28	263	5.60
59 Nov. 18	268	5.85

Datum	ν	Größe
60 Mai 6	289°	5 ^m 51
59 März 10	291	5.45
59 Nov. 20	300	5.35
58 » 24	301	5.49
60 April 6	304	5.54
59 Sept. 19	310	5.72
59 Febr. 8	314	5.48
59 Okt. 28	318	5.6
59 März 19	320	5.77
59 Febr. 1	321	5.48
60 April 15	327+	5.63

Trabant II.

Datum	ν	Größe
58 Dez. 16	8°	5 ^m 57
60 Jan. 11	10	(6.07)
59 Dez. 3	15	5.62
59 Nov. 26	19	5.48
60 Jan. 29	26	5.61
59 Dez. 21	44	5.43
59 Jan. 21	57	5.50
59 Dez. 7	58	5.29
60 Jan. 8	63	5.42
59 März 19	79	5.87
59 Febr. 8	90	5.41

Datum	ν	Größe
60 April 6	92°	5 ^m 35
59 Febr. 1	101	5.32
59 April 6	101	5.45
59 Dez. 11	105	5.56
60 April 24	112	5.23
60 März 30	118	5.40
60 Mai 19	123	5.34
60 Mai 12	135	5.51
59 Nov. 20	138	5.85
59 Febr. 5	144	5.39
58 Nov. 19	147	5.61

Datum	ν	Größe
60 April 28	155°	5 ^m 59
58 Nov. 12	157	5.55
60 März 20	163	5.65
59 Jan. 22	164	5.52
60 Febr. 10	167	5.96
60 März 27	167	5.87
60 Jan. 16	169	5.62
60 Jan. 27	186	5.64
59 » 8	197	5.63
59 April 7	199	5.60
60 Mai 9	202	5.63

Datum	ν	Größe
58 Dez. 18	210°	5 ^m 53
60 April 25	215	5.59
60 Mai 20	224	5.56
59 Jan. 5	228	5.50
60 Jan. 24	244	5.43
59 März 10	245	5.65
60 Febr. 25	250	5.71
60 Mai 6	252	5.51
60 März 28	255	5.80
59 Mai 6	257	5.58
59 Dez. 16	258	5.49

Datum	v	Größe
58 Nov. 13	259°	5 ^m .70
59 März 28	272	5.52
59 Dez. 2	275	5.53
60 April 15	279	5.6

Datum	v	Größe
58 Nov. 24	289°	5 ^m .51
59 Okt. 17	296	5.53
59 Nov. 18	302	5.85
59 März 7	305	5.72

Datum	v	Größe
60 Mai 3	306°	5 ^m .40
59 Okt. 28	336	5.61
59 Jan. 6	338	5.60
59 Dez. 24	338	5.66

Datum	v	Größe
59 Febr. 14	343° (5 ^m .12)	
59 » 7	350	5.57

Trabant III.

Datum	v	Größe
58 Nov. 24	15°	5 ^m .24
59 Dez. 16	18	5.14
59 Jan. 6	26	5.10
60 April 23	29	4.97
59 Dez. 2	31	4.93
58 Dez. 16	47	5.12
59 März 19	48	4.87
59 Nov. 18	49	5.15
59 Dez. 24	56	5.16
59 Jan. 21	59	5.20
60 » 29	69	5.11
60 April 24	80	4.83
59 Dez. 3	81	4.72
59 Nov. 26	85	4.78
60 Jan. 8	92	4.92

Datum	v	Größe
59 Febr. 5	99°	4 ^m .99
59 Jan. 22	112	4.92
60 Mai 9	118	5.08
60 März 27	119	5.02
60 » 20	120	4.95
59 Dez. 11	124	5.11
58 Nov. 19	126	5.31
60 April 25	131	5.01
58 Nov. 12	132	5.15
59 Jan. 8	134	5.08
59 März 28	141	5.17
60 Jan. 16	145	5.02
58 Dez. 18	147	5.23
59 Nov. 20	147	5.05
60 März 28	162	5.45

Datum	v	Größe
59 März 7	166°	5 ^m .25
60 Mai 3	173	5.65
58 Nov. 13	183	5.57
59 Febr. 14	194	5.14
59 Febr. 7	201	5.26
59 April 6	232	5.15
59 Okt. 17	238	5.15
60 Jan. 11	245	4.67
59 Febr. 8	250	5.08
60 Mai 19	255	4.99
59 Febr. 1	256	5.07
60 April 6	257	5.09
60 Mai 12	264	5.19
59 Dez. 21	269	5.23
60 Mai 30	273	4.95

Datum	v	Größe
59 Sept. 19	277°	4 ^m .97
59 April 7	280	5.05
59 Dez. 7	280	4.79
60 April 28	280	5.14
59 Mai 6	296	5.18
60 » 20	305	5.20
60 Febr. 10	315	5.02
59 März 10	316	5.15
60 Mai 6	325	5.21
59 Jan. 5	327	5.33
60 » 27	328	5.14
60 April 15	347	5.33
60 Febr. 25	352	5.71

Trabant IV.

Datum	v	Größe
59 Dez. 16	20°	6 ^m .44
60 April 28	24	6.18
59 Febr. 1	33	6.32
59 März 7	45	6.20
60 » 27	60	6.17
59 Dez. 2	67	6.33
58 Nov. 12	77	6.15
60 März 28	78	6.20
59 Dez. 3	88	6.32
58 » 16	94	6.32
58 Nov. 13	99	6.33
60 April 15	105	6.28
59 März 10	109	6.45
60 Mai 19	115	6.24
59 Febr. 5	119	6.39

Datum	v	Größe
60 März 30	125°	6 ^m .40
59 Nov. 18	126	6.25
60 Febr. 25	128	6.21
59 Dez. 21	130	6.43
60 Mai 3	133	6.35
60 Jan. 24	134	6.28
59 März 28	136	6.42
60 Mai 20	137	6.36
58 Dez. 18	138	6.23
60 Febr. 10	142	6.17
60 Jan. 8	147	6.27
59 » 21	153	6.45
59 Okt. 17	157	6.45
59 Febr. 7	163	6.26
59 Jan. 5	166	6.21

Datum	v	Größe
59 Nov. 20	168°	6 ^m .15
59 Dez. 7	174	6.59
59 Jan. 22	176	6.52
59 Febr. 8	184	6.41
59 Jan. 6	189	6.40
59 Dez. 24	190	6.56
60 Jan. 27	198	6.24
60 Mai 6	198	6.31
60 Jan. 11	212	6.37
58 Nov. 19	228	6.26
59 Jan. 8	236	6.28
60 » 29	241	6.12
59 Mai 6	251	6.28
59 Dez. 11	261	6.01
60 Mai 9	264	6.03

Datum	v	Größe
60 März 20	266°	6 ^m .05
60 April 6	273	6.05
59 Sept. 19	279	5.92
60 April 23	279	6.12
59 Nov. 26	296	5.48
60 April 24	300	5.98
59 März 19	304	6.12
59 Febr. 14	315	6.17
60 April 25	322	6.01
60 Jan. 16	323	6.22
60 Mai 12	326	6.15
59 April 6	330	6.25
58 Nov. 24	334	6.19
59 April 7	351	6.30

Um die Übersicht über diese beiden Beobachtungsreihen zu erleichtern, habe ich sie nebst den Messungen von Engelmann und Pickering graphisch dargestellt. In den beigegeführten Tafeln sind die aus benachbarten Anomalien gebildeten Mittelwerte als Abszissen, die Mittel der zugehörigen Helligkeiten als Ordinaten eingetragen. *) Die $\times$ und die ausgezogenen Kurven repräsentieren die Schätzungen von Auwers, die + und die gestrichelten Kurven die miteinander vereinigten Messungen von Engelmann und Pickering, die $\cdot$ und die punktierten Kurven die Bothkamper Beobachtungen. Dort, wo infolge von Lücken in den Beobachtungen die Details der Kurven für die betreffende Epoche unbekannt sind, habe ich die Kurven möglichst einfach gezogen,

so daß an mehreren Stellen scheinbar Abweichungen der Kurven untereinander auftreten, wo in Wirklichkeit solche vielleicht gar nicht bestehen. In Anbetracht der äußerst schwierigen Verhältnisse und der immerhin geringen Beträge der Helligkeitsschwankungen ist die Übereinstimmung der Kurven eine befriedigende zu nennen. Im großen und ganzen scheinen demnach die Lichtkurven der Trabanten in den letzten vier bis fünf Dezennien keine wesentliche Änderung erfahren zu haben. Mit einiger Sicherheit läßt sich überhaupt nur ein Fall einer Änderung in dem Detail der Kurven konstatieren, nämlich in der Kurve von Trabant II zwischen den Anomalien 270° und 290°. Die Bothkamper, sowie die aus Engelmanns und Pickerings Beobachtungen konstruierten

*) Die zu einem Mittelwert vereinigten Beobachtungen sind durch Horizontallinien abgegrenzt.

Kurven zeigen dort einen starken Helligkeitssturz von einer halben Größenklasse; derselbe findet inmitten einer leichten Anschwellung der Kurve statt. In Anbetracht der wahrscheinlichen Ursache der Helligkeitsschwankungen ist von vornherein mit einiger Wahrscheinlichkeit etwa 180° nach dem hohen und steilen Maximum bei 110° eine Helligkeitsabnahme zu erwarten. Um so mehr muß es auffallen, daß bei Auwers zwar die Anschwellung um 280° herum deutlich vorhanden ist, einerseits aber der Helligkeitssturz den leider nicht ganz zweifelfreien Beobachtungen gemäß fehlt und andererseits das Maximum bei 110° entschieden weniger ausgeprägt ist. Diese beiden Stellen der Lichtkurve von II sind besonderer Aufmerksamkeit wert.

Noch einige Bemerkungen zu den Bothkamper Ergebnissen. Auf einen Punkt möchte ich besonders hinweisen. Vergleicht man die Lichtkurven der drei ersten Trabanten untereinander und mit der des vierten, so erkennt man die große Charakterähnlichkeit der drei ersten und den offenbar abweichenden Typus der letzteren. Da ein ähnliches Verhältnis bezüglich der Färbung und, wie gleich gezeigt werden wird, bezüglich der Albedo der Trabanten besteht, so liegt der Gedanke nahe, in der Verschiedenheit des Charakters der Lichtkurven den Ausdruck der Verschiedenheit der physikalischen Verhältnisse auf den Oberflächen dieser Himmelskörper zu suchen. Weitere Schlüsse können aber hier mangels aller analogen Fälle nicht ohne Hilfe spektralanalytischer Untersuchungen der Trabanten gezogen werden, welche bisher noch auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten stossen.

Man kann ferner die Lichtkurven dazu benutzen, die ungefähre Helligkeit der Trabanten während ihrer Vorübergänge vor der Jupiterscheibe, also um 180° Anomalie herum, zu ermitteln und daraus das Verhältnis von Trabantenalbedo und Jupiteralbedo für diesen Moment zu berechnen, was für die Erklärung der Phänomene der hellen und dunkeln Vorübergänge von Bedeutung ist. Man erhält für 180° in runden Zahlen $I = 5^m.7$, $II = 5^m.8$, $III = 5^m.4$, $IV = 6^m.4$. Nimmt man für Jupiter nach dem B. J. die Halbmesser $99''.8$ und $92''.6$ (Entfernung 1), für die Trabanten nach Barnard Astr. Nachr. 3760 folgende für die Entfernung 5.20 geltende Durchmesser an: $I\ 1''.048$, $II\ 0''.874$, $III\ 1''.512$, $IV\ 1''.430$, für die mittlere Oppositionshelligkeit des Jupiter nach Müller $-2^m.23$, so erhält man folgende für 180° geltende relative Albedowerte, wenn die mittlere Albedo des Jupiter gleich 1

gesetzt wird:

$$I = 0.84, II = 1.17, III = 0.53, IV = 0.23.$$

Die Albedo des Trabanten II ist demnach während des Vorüberganges merklich größer als die mittlere Albedo Jupiters, was im Einklang mit der Tatsache steht, daß dieser Trabant stets helle Vorübergänge hat. Die mittleren Helligkeiten der Trabanten habe ich bestimmt, indem ich aus den Kurven für die Anomalien 0° , 10° , 20° und so fort bis 350° die zugehörigen Helligkeiten herausgriff und aus diesen das Mittel bildete. Ich erhielt so:

$$I = 5^m.59, II = 5^m.66, III = 5^m.07, IV = 6^m.27.$$

Diesen Helligkeiten entsprechen die relativen Albedowerte (Jupiteralbedo = 1):

$$I = 0.93, II = 1.33, III = 0.72, IV = 0.27.$$

Endlich sind noch die Maximalwerte der Albedo von Interesse; die Kurven geben folgende Helligkeitsmaxima:

$$I = 5^m.18, II = 5^m.16, III = 4^m.74, IV = 6^m.10.$$

Diesen entsprechen die relativen Albedowerte:

$$I = 1.35, II = 2.11, III = 0.97, IV = 0.31.$$

Es geht aus diesen Werten hervor, vor allen aus dem letzten von II, daß die unter Zugrundelegung der Sonnenhelligkeit $-26^m.60$ und der Seeligerschen Definition zu 0.82 sich ergebende Albedo des Jupiter bedeutend zu groß sein muß, wenn man nicht für die Trabanten I und II die unwahrscheinliche Annahme eigener Lichtentwicklung machen will. Daß die Jupiteralbedo wirklich zu groß ist, ergibt sich übrigens indirekt auch aus den unter gleichen Voraussetzungen berechneten Albedowerten von Venus und Saturn, 1.01 resp. 0.96 . Damit gewinnt die schon früher ausgesprochene Vermutung (Müllers Photometrie pg. 360), daß der Wert der Sonnenhelligkeit mit einem starken Fehler behaftet ist, (und zwar in dem Sinne, daß der wahre Wert größer ist) eine weitere Stütze. Die angenommenen scheinbaren Durchmesser der Trabanten werden natürlich ebenfalls verhältnismäßig noch recht unsicher sein, man sollte aber meinen, daß sie, infolge der Irradiation, in Wirklichkeit eher noch etwas kleiner sind als die Messungen ergeben. Ausgehend von den Albedowerten könnte man noch bezüglich der Natur der hellen Flecken, welche die Maxima hervorbringen, mehr oder weniger wahrscheinliche Schlüsse ziehen, doch mag hier der Hinweis darauf genügen.

Bothkamp, 1905 März 30.

Paul Guthnick.

Beobachtungen des Sterns Gro. 1830.

Wie voriges Jahr (Astr. Nachr. Nr. 3959) wurde der Stern auch heuer beobachtet und zwar:

1905	α 1905.0	δ 1905.0	1905	α 1905.0	δ 1905.0
März 27	$11^h 47^m 30^s.40$	$+38^\circ 24' 1''.0$	April 1	$11^h 47^m 30^s.31$	$+38^\circ 24' 1''.0$
29	30.34	0.6	3	30.38	0.1
30	30.45	1.7			

Beobachter: Korvetten-Kapitän Kofß.

Positionen der Berl. Jahrb.-Sterne mit den Auwersschen Verbesserungen; bei der Reduktion auf 1905.0 wurde die Eigenbewegung aus Newcombs Catalogue of Fundamental Stars angewendet.

Pola, 1905 April.

Der Vorstand: Kofß, Korv.-Kapt.