

1840.		ζ	L	c
75	Sept. 19	57 A Geminor. +4 6	92 43	— 5 27
76	Oct. 11	104 Piscium +3 22	86 35	+20 3
77	13	16 (g Plejadum) +6 59	89 34	+13 42
78		18 (m Plejadum) +6 22	89 15	+13 42
79		19 (c Plejadum) +6 8	89 17	+13 43
80		20 (c Plejadum) +5 53	89 15	+13 42
81	15	(287) Aurigæ +5 4	92 0	+1 31
82	16	39 γ^1 Geminor. +4 33	94 27	— 3 33
83		40 γ^2 Geminor. +4 22	94 34	— 3 39
84	17	9 μ Cancri +3 11	94 43	— 9 0
85	18	(180) Cancri +1 40	95 8	—12 38
86		(224) Cancri +1 31	95 34	—13 17
87	20	37 ϵ Sextantis —1 37	96 59	—20 13
88	21	91 ν Leonis —3 43	95 57	—21 45
89	27	4 Scorpii —1 40	92 13	—11 25
90	Nov. 5	11 ω^1 Piscium +2 0	81 46	+21 32
91		14 ω^4 Piscium +2 5	82 25	+21 38
92	6	51 Piscium +4 14	82 36	+21 56
93	9	48 ϵ Arietis +5 48	87 11	+15 39
94	13	82 B Geminor. +4 0	94 52	— 7 34
95	14	38 ϵ Cancri +1 59	96 20	—11 45
96		(124) Cancri +1 46	96 18	—11 46
97		(129) Cancri +1 55	96 18	—11 48
98		41 ϵ Cancri +1 48	96 58	—11 49
99	15	7 Leonis +0 19	97 4	—15 59
100	16	44 b' Leonis —1 9	97 27	—19 4
101		48 Leonis —2 4	97 42	—19 44
102	17	75 η Leonis —2 56	97 33	—21 16
103		76 Leonis —3 7	97 25	—21 18
104	19	(196) Virginis —5 38	96 34	—21 36
105	20	83 Virginis —6 27	95 40	—19 49
106	27	(7) Sagittarii —4 35	86 52	+ 4 18
107	30	44 d ² Capric. —0 50	83 20	+16 25
108	Dec. 6	[414] Arietis +5 47	86 20	+15 40
109		48 η Arietis +5 47	86 20	+15 41
110	7	16 (g Plejadum) +6 10	88 18	+12 23
111		18 (m Plejadum) +6 33	88 20	+12 23
112		19 (e Plejadum) +6 12	88 25	+12 24
113		20 (c Plejadum) +6 4	88 23	+12 23
114	10	37 Geminor. +3 44	92 35	— 3 1
115		52 n Geminor. +3 39	93 2	— 4 40
116	11	10 μ^2 Cancri +2 10	95 1	— 9 9
117		(42) Cancri +0 56	95 15	—10 15
118	13	31 A Leonis —1 27	97 41	—18 7
119	14	58 d Leonis —2 59	98 15	—20 44
120	17	75 Virginis —6 41	96 58	—20 18
121	19	(262) Libræ —6 24	95 44	—15 5
122		(282) Solitarii —7 41	95 12	—14 49
123	28	[2918] Aquarii +0 8	83 40	+18 16

Die Bedeutung dieser Coefficienten ist ganz die, welche Herr Director *Hansen* in Nr. 360 der A. N. gewählt hat, und sie unterscheidet sich von der im Jahrbuch 1841 angenommenen nur in Beziehung auf L ; indem dort an dessen Stelle $l, = L + 90^\circ$ gesetzt ist, so daß l die selenocentrische Länge des bedeckten Sterns ist.

Bei dieser Gelegenheit muß ich noch auf eine Aeußerung zurückkommen, die ich in Nr. 363 bei Gelegenheit der mitgetheilten Coordinaten für 1839 gethan habe. Ich glaubte nemlich auf den Umstand aufmerksam machen zu müssen, daß die Unsicherheit in den Monds- und Sternörtern, verbunden mit den besonders in den Randgegenden zu befürchtenden Fehlern der Mondkarte selbst, eine merkliche Abweichung des Punktes, wo der Ein- und resp. Austritt erfolgt, von dem vorausberechneten zur Folge haben könne. Herr Director *Hansen* hatte bald darauf die Güte mich schriftlich zu erinnern, daß ich die hieraus hervorgehende Unsicherheit wohl zu groß geschätzt habe, da ich in dem erwähnten Aufsätze von Fehlern des Mondorts ohne Unterschied gesprochen, hier aber hauptsächlich nur die Breitenfehler in Betracht kommen, da Fehler in Länge wohl auf die Momente, sehr wenig aber auf den Ort des Ein- und Austritts einwirken. Ein Breitenfehler von $1''$ bewirkt, nach dieser Auseinandersetzung, für centrale Bedeckungen in Maximo einen Fehler von höchstens $4'$ selenographisch; ein gleicher in Länge nur $0.5'$; so daß selbst das Zusammentreffen der ungünstigsten Fälle eines Fehlers von $20''$ in $(\lambda - \lambda')$ und von $10''$ in $(\beta - \beta')$ den Ort nur höchstens um $44'$ ändert. Ein Bogen von $44'$ der Mondkugel ist aber zu klein, um ein Verfehlen des Moments zu veranlassen; und was nicht-centrale Bedeckungen betrifft, so werden die, wo sich der Fehler auf das Doppelte und Dreifache des obigen erhebt, auch schon aus andern Gründen wenig geeignet sein zu Längenbestimmungen zu dienen.

Es bleibt mir nur übrig, die Richtigkeit dieser Bemerkungen dankend anzuerkennen und meine frühere Aeußerung demgemäß zu modificiren. Ist aber gleich die in Rede stehende Vorausbestimmung des selenographischen Punktes keinesweges eine illusorische, so kann ich doch nicht umhin den Wunsch zu wiederholen, daß die Beobachter von Sternbedeckungen, so oft dies thunlich, den wirklich beobachteten Ein- und Austrittsort möglichst genau angeben möchten.

Mädler.

Physische Beobachtungen des Mars in der Opposition 1839.

Von Herrn Dr. *Mädler*.

Die sämmtlichen in dieser Opposition erhaltenen Beobachtungen sind mit dem großen Fernrohr der hiesigen Königl. Sternwarte angestellt worden. Die meisten der von mir entworfenen

20 Zeichnungen sind gleichzeitig von Herrn *Galle* mit dem Himmel verglichen, einzelne auch von ihm entworfen worden. Der ungünstige Zustand der Luft gestattete erst am 26^{ten} Fe-

bruar einige brauchbare Beobachtungen; die folgenden sind in den Nächten des 12^{ten}, 14^{ten}, 26^{sten}, 31^{sten} März, 1^{sten}, 4^{ten}, 5^{ten}, 9^{ten}, 10^{ten}, 16^{ten} April und 1^{sten} Mai gemacht.

Da die Axe des Mars gegen die der Ekliptik gegen 30 Grad geneigt ist, so können in einer Opposition, wie die diesjährige, wo die Mondhalbkugel des Mars nur 3° von ihrem Sommer-Solstitio entfernt ist, die Flecke der Südhalbkugel nur zum geringern Theile und in sehr schräger Projection gesehen werden. Auf die Sichtbarkeit eines Marsflecks (die weissen Polarflecke ausgenommen) ist überhaupt selbst bei der günstigsten Luft nur dann zu rechnen, wenn sie weniger als 60° von der geocentrischen Marsmitte entfernt sind. Die Zeichnungen stellen deshalb fast nur die 1837 beobachteten Flecke der nördlichen Halbkugel dar und bei der Formlosigkeit und schlechten Begrenzung der meisten von ihnen ist es mißlich, sie genau mit einander zu vergleichen. Doch ist ein grauer Fleck, der aus zwei wellenförmigen Bogen besteht und dessen Lage zwischen 60° und 160° der arcographischen Länge, so wie 25° und 55° der nördlichen Breite anzunehmen ist, im J. 1837 nicht gesehen worden, was indeß darin seinen Grund haben kann, daß dieser Theil der Kugel in keiner Beobachtung 1837 in directe Opposition mit der Erde kam. Dieser Fleck ist zuerst am 12^{ten} März 9^h 16' und 9^h 37' M. Z.; am 14^{ten} März 9^h 9'; zuletzt am 16^{ten} April um 8 Uhr gesehen worden.

Der weiße Nordpolleck zeichnete sich auch diesmal sehr deutlich aus, wiewohl nicht völlig so wie 1837, wo auch sein Durchmesser größer war. Die optische große Axe desselben fiel sehr deutlich nicht in den Rand, vielmehr schienen die Ränder des ganz sichtbaren ovalen Flecks die des Planeten zu berühren. In der ersten Beobachtung am 26^{sten} Febr. schätzte ich die große Axe des Flecks $= \frac{1}{2}\delta$, die darauf senkrechte kleine $= \frac{1}{12}$ (der Marsdurchmesser δ hatte in dieser Opposition 13"5). Die Schätzung der Längensaxe dürfte innerhalb 0,18 und 0,22, folglich die daraus geschlossene nördliche arcographische Breite der Begrenzung des Flecks von 78° 33' bis auf 1° mehr oder weniger zu verbürgen sein, vorausgesetzt, daß wirklich sein Centrum mit dem Pole der Rotation zusammenfiel. Unter dieser Voraussetzung, und den Fleck selbst als kreisförmig angenommen, ergibt die Rechnung, daß sein Rand vom Marsrande nur $\frac{1}{10}\delta$ entfernt blieb, das scheinbare Zusammenfallen beider ist also genügend erklärt.

In den spätern Beobachtungen erschien der Fleck allmählich kleiner, oft auch minder deutlich, obgleich er gewöhnlich noch gut sichtbar blieb, wenn auch alles Uebrige nicht unterschieden werden konnte. Am 26^{sten} März und 1^{sten} April schätzte ich seine große Axe $= \frac{1}{6}\delta$, was auf den Parallel 80° 48' führt; endlich am 16^{ten} April, bei ausgezeichnet günstiger Luft, $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}\delta$. Man nehme $\frac{1}{15} = 0,133$, so wird die

N. Br. seines Randes $= 82^\circ 20'$. Keiner der übrigen April-Abende ließ eine sichere Schätzung zu, am 1^{sten} Mai aber schien er wieder etwas größer, oder doch bestimmt nicht kleiner zu sein als am 16^{ten} April. Der Gang dieser Veränderungen harmonirt abermals, wenn man einen Winterniederschlag als physische Ursache des Flecks betrachtet, auf eine ausgezeichnete Weise mit der Stellung der Marskugel, die am 5^{ten} März in ihrem Sommersolstitio war und am 1^{sten} Mai gegen die Sonne verhältnißmäßig dieselbe Lage hatte, wie die Erde am 20^{sten} Juli.

Ein ganz analoges Verhalten, rücksichtlich der Zeit seines Minimums hatte der Südpolleck im J. 1830 gezeigt, wo wir ihn von seinem Sommersolstitio bis zu einer dem 19^{ten} Januar unserer Erde entsprechenden Zeit beobachteten. Aber der geringste Durchmesser desselben am 5^{ten} October (mit Jan. 9 der Erde vergleichbar) war nur 6 Grad, während der Nordpolleck dem Areal nach 6mal größer blieb, da sein Durchmesser gegen 15° war.

Auch dies dürfte seine Erklärung darin finden, daß der Südpol des Mars zwar einen kürzeren Sommer als der Nordpol im Verhältniß von 15 : 19; dagegen aber einen beträchtlich intensiveren im Verhältniß von 29 : 20 empfindet, wenn die Stärke der Erwärmung sich wie die der Erleuchtung verhält.

Die den Polarleck umgebende dunkle Zone zeigte sich auch diesmal, doch weder ganz so schwarz wie 1837, noch überall so zusammenhängend. Zuweilen, am deutlichsten Febr. 26 um 9^h 52' bis 10^h 11' und am 9^{ten} April von 8 bis 10^h schien sie durch einen lichterem Zwischenraum in 2 Zonen getheilt zu sein, deren breitere und schwärzere entfernter vom Polarleck lag. Am 16^{ten} April 8^h war nur an der Ostseite desselben eine Spur der dunklen Umgebung sichtbar: weiter südöstlich lag ein beträchtlich größerer und schwärzerer Fleck, westlich war weit umher alles fleckenfrei. Diese Veränderungen scheinen anzudeuten, daß wenigstens dieser Fleck, den wir vor 1837 gar nicht bemerkt hatten, durch atmosphärische Einflüsse bedingt wird.

Alles was in den Gegenden südlich des Aequators noch zu Gesicht kam, war höchst unbestimmt. Gewöhnlich zeigte sich eine sehr matte schmale Zone mit einigen knotenartigen Verdichtungen, und ohne Zugrundelegung der aus den früheren Beobachtungen geschlossenen Rotationsperiode würde eine Vergleichung dieser Flecke mit den ihnen entsprechenden von 1830 nicht möglich seyn.

Am 12^{ten} und 14^{ten} März und 9^{ten} April erschien der mittlere fleckenfreie Theil der Scheibe, mit den übrigen Gegenden verglichen, merklich roth. An letzterm Abende konnte eine stark geröthete Region im Süden und eine mattere in den Aequatorealgegenden unterschieden werden, beide durch einen

leichten Anflug von Grau getrennt. Diese Gegenden konnten nicht identisch mit denen sein, welche sich im März geröthet zeigten; sie gehören vielmehr Seiten der Kugel an, die 120° von einander entfernt sind, und in denen an andern Abenden keine besondere Färbung zu unterscheiden war.

Eben so zeigte sich am 9^{ten} und noch auffallender am 10^{ten} April der Westrand der Scheibe beträchtlich heller als das Uebrige, doch verursachte weder dieser stärkere Glanz, noch der weiße Polarfleck, die geringste scheinbare Abweichung von der Kreisgestalt, und die Phase am Ostrande machte sich dem Beobachter erst am 1^{sten} Mai merklich, mehr noch am 5^{ten}, wo die längliche Gestalt des Mars auf den ersten Blick ins Auge fiel, obgleich die Luftbeschaffenheit dieses Abends den bessern des April nachstand.

Auch 1830 und 1837 war jenes Roth auf den mittleren Theilen der Scheibe, doch ebenfalls nur in einzelnen Momenten, wahrgenommen worden, es scheinen diese Farben-Nüancen also auf atmosphärische Veränderungen sich zu beziehen, denen auch wohl die veränderliche relative Dunkelheit der schwärzlichen Flecken zuzuschreiben ist. Diese selbst sind zwar höchst wahrscheinlich constante Oberflächentheile, und keinesweges Analoga unserer Wolken: wohl aber zeigen sich an ihnen Spuren der optischen Wirkungen solcher wolkenartigen Verdichtungen.

Es ist zu hoffen, daß die nächstbevorstehenden Oppositionen von 1841—45 wieder etwas reichere Ausbeute für die physische Kenntniß eines Nachbarplaneten, der seiner Kleinheit ohnerachtet unsere Bemühungen weniger als die übrigen zu spotten scheint, liefern werde. Die nähere Betrachtung der Umstände, unter denen sie sich ereignen, berechtigt zu diesen Erwartungen. Es möge hier eine übersichtliche Zusammenstellung folgen, welche zeigt, wie ungemein verschieden sich diese Oppositionen in Bezug auf physische Beobachtungen gestalten:

Zeit der Opposition.	Radius vector.	Abst. von der Erde.	Scheinb. Durchm.	Lage der Marsaxe.
1830 Sept. 19	1,3911	0,3895	23"1	$\Omega + 98^\circ$
1832 Nov. 20	1,4991	0,5118	17,6	$\Omega + 160$
1835 Jan. 2	1,6037	0,6212	14,5	$\mathfrak{S} + 24$
1837 Febr. 5	1,6594	0,6741	13,3	$\mathfrak{S} + 58$
1839 März 11	1,6574	0,6638	13,5	$\mathfrak{S} + 93$

Die nächst bevorstehenden gestalten sich nach einem bloß beiläufigen Ueberschlage folgendermaßen:

1841 April 18	1,596	0,590	15"1	$\mathfrak{S} + 130^\circ$
1843 Juni 5	1,503	0,489	18,4	$\mathfrak{S} + 176$
1845 Aug. 17	1,393	0,382	23,5	$\Omega + 66$
1847 Oct. 30	1,464	0,472	18,9	$\Omega + 139$

Ω und \mathfrak{S} sind hier die Knoten des Marsäquators auf der Bahn des Planeten. Die Opposition von 1845 wird also, in Bezug auf die Lage der Axe, einen mit 1830 beginnenden Cyclus beschließen und die beste Controlle für die Beobachtungen von 1830 gewähren.

Die Rotationsperiode $24^h 37' 23''$, welche aus den von uns beobachteten Oppositionen von 1830 und 1832 hervorgeht, hat zwar, der Stellung und Entfernung der Marskugel wegen, seit dieser Zeit keine Verbesserungen erfahren können, wohl aber haben alle in den Jahren 1834, 37 und 39 gemachten Beobachtungen sie im Allgemeinen bestätigt und eine erhebliche Abweichung von der Wahrheit ist demnach nicht wohl denkbar. Wenn frühere Beobachter, wie *Cassini* und *Huth*, sie um mehrere Minuten anders finden, so kann dies nicht Wunder nehmen, da sie den Planeten zu diesem Behuf nur in einer Opposition beobachteten. Allein *William Herschel* verband die Oppositionen von 1777 und 1779 und leitete seine Periode $24^h 39' 22''$ aus einem Intervall von 26 Monaten her, eine Differenz, die nur darin eine Erklärung findet, daß man annimmt, *Herschel* habe entweder eine ganze Rotation zu wenig, oder wir eine zu viel gezählt. Allein eine Periode von $24^h 39' 22''$ ist mit unsern Beobachtungen von 1830 unvereinbar, da sie Fehler voraussetzt, die wir bei der damaligen Nähe des Mars, so wie der großen Präcision und günstigen Lage des Flecks nicht für möglich halten können; und so ist es vielleicht nicht ohne Interesse, auf die *Herschelschen* Beobachtungen zurückzugehen und zu untersuchen, was sie bei einer genaueren Reduction ergeben.

Das Detail jener Beobachtungen findet sich in den *Philosophical Transactions for 1781*. Er hatte im J. 1777 vom 8^{ten} bis 26^{ten} April verschiedene Flecke beobachtet, die aber vorläufig noch keine Combination gestatteten, weshalb *Herschel* die folgende Opposition abzuwarten beschloß. Sie trat 1779 am 12^{ten} Mai ein und Mars erreichte in dieser einen Durchmesser von 17,5, welche Größe sich bis zum 19^{ten} Juni auf $14''$ verminderte.

Folgende Beobachtungen schienen eine Verbindung zu gestatten: Am 11^{ten} Mai $11^h 43'$ M. Z. von Slough beobachtete *H.* einen Fleck auf der Mitte, den er bereits am 9^{ten} Mai $11^h 0' 45''$, jedoch etwas über das Centrum hinaus gesehen hatte. Derselbe Fleck zeigte sich am 19^{ten} Juni, als Mars schon sehr tief stand.

„Jun. 19. $11^h 30'$. The figure of Mai 11 is not come to the position it was then at $11^h 43'$, but cannot be far from it. I fear, as Mars approaches to horizon, I shall not be able to follow him till the figure comes to the centre.“

„ $11^h 47'$. The state of the air near the horizon is very unfavorable. With much difficulty I can but just see that the

figure is not quite so far advanced as it was Mai 11 at 11^h 43', but can certainly not be above two or three minutes from it."

In 3 Minuten legt ein Marsfleck auf der Mitte $\frac{1}{155}$ des Marsdurchmessers zurück, bewegt sich also bei der damaligen scheinbaren GröÙe nur um $\frac{1}{10}''$, und Mars stand 9° über dem Horizont. Gleichwohl möge *Herschels* Schätzung gelten und der Durchgang 2½ Minuten nach 11^h 47' statt gefunden haben. Die Rechnung stellt sich, wie folgt:

Juni 19.	11 ^h 49' 30
Mai 11.	11 43 0
Intervall	39 ^r 0 ^h 6' 30''
Corr. α)	+ 37 36 wegen Aenderung der geoc. Länge.
— β)	— 16 14 wegen der Marsphase.
— γ)	— 49 wegen Aberration.
	39 ^r 0 27 3
Rot. 38)	24 ^h 38' 36'' 4.

Einen andern Fleck beobachtete *Herschel* am 11^{ten} Mai um 10^h 17' 48'' und am 13^{ten} um 11^h 25' 51'', worauf er am 17^{ten} Juni 9^h 12' 20'' wieder erschien. Jedoch heist es a.a.O.:

„June 17. 9^h 12' (Clock 20 slow) The dark spot is rather more advanced than it was Mai 11. 10^h 18';“ und *Herschel* nimmt abermals 3 Minuten als Verbesserung an, wonach der Durchgang um 9^h 9' 20'' erfolgt wäre. Dies giebt folgende Resultate:

Juni 17.	9 ^h 9' 20''	Juni 17.	9 ^h 9' 20''
Mai 11.	10 17 48	Mai 13.	11 25 51
	36 ^r 22 ^h 51' 22		34 ^r 21 ^h 43' 29''
Corr. α)	+ 37 28.....	+ 34 31	
— β)	— 15 0.....	— 15 0	
— γ)	— 44.....	— 43	
Rot. 36)	36 ^r 23 13 16	34)	34 ^r 22 2 17
	24 ^h 38' 42'' 9		24 ^h 38' 53'' 4.

Das Mittel aus diesen 3 beträchtlich unsichern Bestimmungen ist demnach

$$24^h 38' 44'' 2$$

wofür *Herschel*, der nur die Correction α) beiläufig, β) und γ) aber gar nicht berücksichtigte, als Resultat für 1779 ansetzt:

$$24^h 39' 22'' 1.$$

Die Correction wegen der Marsphase ist hier so angenommen, wie sie sich aus dem Unterschiede der heliocentrischen und geocentrischen Längen ergibt, der am 11^{ten} und 13^{ten} Mai nahe Null war, so daß die volle Scheibe gesehen ward, am 17^{ten} Juni aber auf 28° 16' und am 19^{ten} auf 29° 22' stieg.

Nun aber lehrt die Erfahrung bei Venus und Mars, daß die wirklich beobachtete Breite des erleuchteten Theiles stets etwas kleiner ist, als die aus der Rechnung gefolgerte. Bei einem Fernrohre von so starker Irradiation, als *Herschels* Teleskop war, mußte überdies der voll erleuchtete Rand weiter ins dunkle gerückt werden, als der entgegengesetzte merklich mattere. Nach aller Wahrscheinlichkeit muß also die Correction β) beträchtlicher angenommen, die Rotationsperiode also < 24^h 38' 44'' 2 sein.

Indem *Herschel* die von ihm gefundene 24^h 39' 22'' 1 zum Grunde legte, nahm er an, daß zwischen folgenden Tagen, wo die gleichen Flecke beobachtet wurden:

1777 April 8. 7^h 30' u. 1779 Juni 6. 10^h 10'.....768 } ganze
1777 April 17. 7 50 0'' u. 1779 Juni 15. 9 45 17''...768 } Rota-
1777 April 26. 9 5 0 u. 1779 Juni 19. 8 40 22.....763 } tionen

verflossen seien, woraus sich dann die Periode

$$24^h 39' 23'' 03$$

$$39 18,94$$

$$39 21,76$$

$$\text{Mittel } 24^h 39' 21'' 67$$

ergab. Wären dagegen die obigen Divisoren n um 1 vergrößert und die erforderlichen Correctionen angebracht worden, so hätte sich ergeben

$$24^h 37' 28'' 5$$

$$37 22,3$$

$$37 28,0$$

$$\text{Mittel } 24^h 37' 26'' 27;$$

so daß die Abweichung von 2 Minuten, die zwischen den beiderseitigen Resultaten bestand, auf 2½ Sekunden herabsinkt.

Daß bei dem oben ermittelten Resultat der Oppositionsbeobachtungen von 1779 die Divisoren n und $n+1$ etwa gleich wahrscheinlich seien, leuchtet ein; wogegen eine Verkleinerung des von uns bei der Combination von 1830 u. 1832 angewandten Divisors einen mittleren Fehler von 1¼ Stunde in den 1830 beobachteten Intervallen voraussetzen würde.

Es kann nicht im entferntesten die Meinung sein, *Herschels* Sorgfalt und ausgezeichnetes Beobachtungstalent in Zweifel ziehen zu wollen; nur die bei weitem vortheilhafteren Umstände, deren wir uns 1830 erfreuten, so wie die strenger durchgeführte Berechnung scheinen zu Gunsten unsers Resultats zu sprechen. Erst wenn die Flecke der Südhalbkugel wieder gut zu Gesicht kommen, kann eine Verbesserung der jetzt gefundenen Periode gehofft werden.

Mädler.