Diese Zahlen machen theoretisch ganz erklärlich, was die Erfahrung lehrt, dass kleine Sonnen-Monddistanzen, die ja sonst sehr erwünscht wären, schwer zu messen sind. Die kleinsten Distanzen dieser Art, welche ich selbst gemessen habe, sind: 43^0, 41^0, 38^0. Ich fand es dabei nützlich, nachdem die Alhidade zum Voraus beiläufig auf die Distanz eingestellt ist, das zweifach reflectirte Bild der Sonne zuerst aufzusuchen, dieses festzuhalten, und dann erst durch Schwingen den Mond ins Gesichtsfeld zu bringen. Man kann auf diese Weise Distanzen messen, ohne den Mond mit blossem Auge überhaupt zu sehen.

Was die obere Grenze der Distanzen betrifft, so hätte man kurz vor oder nach der Vollmondszeit wohl oft Gelegenheit, auch Distanzen bis zu 150^0 oder gar 160^0 zu messen, nicht mit dem Sextanten, wohl aber mit dem Prismenkreis (s. §§ 53. 55. und 56.), man müsste dann aber zuvor diese im Nautical Almanac nicht mehr angegebenen Distanzen selbst aus den Rectascensionen und Declinationen berechnen.

Sterndistanzen sind schon deswegen weniger bequem, weil man bei Nacht, wo alle Hülfen weniger zur Hand sind, operiren muss. Auch lässt sich die Berührung des Sternpunktes mit dem Mondrand nicht so scharf auffassen, wie die Berührung zweier Ränder. Andererseits haben Sterndistanzen den Vorzug, dass sie zahlreicher zu haben sind, und namentlich den unschätzbaren Gewinn, dass man durch Combination von Distanzen mit Stern links vom Mond und Stern rechts vom Mond den Indexfehler, und, wenn die Distanzen nahe gleich sind, die Instrumentenfehler überhaupt eliminiren kann.

Man nimmt im Allgemeinen den Stern direct und den Mond mit grüner Blendung doppelt reflectirt, also wenn der Stern rechts steht, mit umgekehrtem Sextanten. Jupiter und Venus können auch ohne Blendung, beliebig links und rechts genommen werden (vgl. das Beispiel mit Jupiter S. 262).

In der Zeit kurz vor oder nach dem Vollmond kann man dem Mond nicht unmittelbar ansehen, welcher Rand der volle und welcher Rand der durch Phase verkleinerte ist. Man nimmt in diesem Falle am einfachsten abwechselnd beide Ränder und bringt die Phasencorrection nachher in Rechnung. Hiezu entnimmt man aus dem Jahrbuch (Naut. Alm. am Schluss der Mondephemeride jedes Monats) die Zeit T des Vollmonds und hat dann für die Beobachtungs-Greenwichzeit das Zeitintervall $T - t$ in Stunden $= (T - t)^{\mathrm{h}}$; und da der Mond zu einer vollen Umdrehung im Mittel 29,5 Tage $=$ 708 Stunden braucht, so wird der Phasenwinkel:

$$w = \frac{(T - t)^{\mathrm{h}}}{708} \, 360^0$$

und die Phasencorrection

$$= R - R \cos w = 2 R \sin^2 \frac{w}{2}$$

Zur Uebersicht ist folgendes Täfelchen mit $R = 15' \, 40'' = 940''$ berechnet:

$T - t$	w	$2 R \sin^2 \frac{w}{2}$
1^h	$0^0 \, 30'$	$0{,}04''$
2	1 1	0,1
3	1 31	0,3
6	3 3	1,3
12	6 6	5,3
24	12 12	21,2

Die Phase kann also bis zu 3^h vor oder nach dem theoretischen Vollmond vernachlässigt werden; bis etwa zu einem Tag Abstand genügt vorstehende Näherung, von da an müsste der Phasenwinkel w als Rectascensionsdifferenz von Sonne und Mond berechnet werden. Zur Entscheidung, ob die Phase links oder rechts liegt, hat man die bekannten populären Hülfsmittel (☾ *a*bnehmend, ☽ *z*unehmend, **D**ecrescit **D**extra, sed crescit luna sinistra etc.).

Sobald übrigens die Phase erheblich wird, soll man überhaupt an dem nicht scharfen Rand keine Messung mehr machen.

Vollmond-Distanzen, abwechselnd an beiden Rändern, haben die sonst vermisste Annehmlichkeit, dass man entweder den Mondhalbmesser überhaupt eliminiren kann, oder in seiner Berücksichtigung eine gute Probe findet. Als Beispiel nehmen wir eine Messung vom 2. Januar 1874 Abends in der Oase Farafrah (Phys. Geogr. und Meteorol. der libyschen Wüste S. 34). Distanz: Pollux-Mond.

Die Messung fand statt nur $^1/_2$ Stunde vor der wahren Vollmondszeit, es war also die Phase unbedingt zu vernachlässigen.

Chronometer	Distanz vom jenseitigen Rand	Chronometer	Distanz vom diesseitigen Rand
$7^h \, 23^m \, 10^s$	$9^0 \, 27' \, 30''$		
		$7^h \, 25^m \, 22^s$	$8^0 \, 55' \, 20''$
7 26 55	9 25 40		
		7 28 38	8 54 50
7 30 30	9 24 10		
		7 33 8	8 51 20
7 35 10	9 23 0		
		7 37 5	8 50 40
7 39 0	9 21 0		
		7 41 8	8 47 20
7 43 23	9 18 30		
Mittel $7^h \, 33^m \, 1^s$	$9^0 \, 23' \, 18''$	$7^h \, 33^m \, 4^s$	$8^0 \, 51' \, 46''$

Da die Zeitmittel für diesseits und jenseits zufällig auf 3^s zusammen stimmen, soll die Differenz $31' \, 32''$ der Distanzmittel gleich dem zweifachen Halbmesser sein. Der Jahrbuchshalbmesser ist 15′ 27″, der scheinbare (nach § 60. corrigirte) Halbmesser ist 15′ 37″, also $2R = 31' 14''$, was mit der Messung auf 18″, also immerhin noch hinreichend, stimmt. Das Gesammtmittel:

$$\text{Chron.} = 7^h\, 33^m\, 3^s \qquad D = 9^0\, 7'\, 32''$$

kann man wie eine Messung der Mittelpunktsdistanz weiter behandeln.

So viel über die Monddistanzen-Messung von freier Hand, welche zu Schiff die einzig mögliche und auch zu Land die am raschesten zu erledigende ist.

Nun bietet aber bei fester Aufstellung die Befestigung des Sextanten oder Prismenkreises auf einem mit Universalgelenk versehenen Stativ (§ 29. S. 160—162) unter Umständen bedeutende Vortheile. Allerdings das erste Aufsuchen der Bilder geht viel langsamer als von freier Hand, hat man aber einmal die Sextantenebene in die Ebene der zwei Himmelskörper gebracht, und die Berührung im Gesichtsfeld hergestellt, so geht das übrige Messen, Einstellen mit der Mikrometerschraube und Ablesen der Nonien, fast so ruhig und bequem wie mit einem Theodolit vor sich (ein Beispiel haben wir in § 55. S. 272 gegeben). Da die Sextantenfernröhre grosses Gesichtsfeld haben, ist auch das allmälige Nachrücken entsprechend der Bewegung des Himmels, mit passend angeordneten Schrauben des Stativs nicht schwer.

Wenn das Fernrohr nach rechts gerichtet werden soll, was nur bei umgekehrtem Sextanten möglich ist, so wird die Anwendung des Stativs unbequem, weil die Ablesung an den Nonien von unten her zu machen wäre und weil Umwenden und Neueinrichten des ganzen Instruments nach jeder Ablesung zu umständlich würde. Der Vortheil, nach einer Einrichtung des Ganzen lange und schöne Reihen von Distanzmessungen zu erhalten, würde bei umgekehrtem Instrument wieder verloren gehen (vgl. hiezu § 56. S. 276).

Die zur Reductionsberechnung nöthigen Höhen kann man entweder messen oder berechnen. Zu Schiff werden die Höhen meist gemessen, indem neben dem Hauptbeobachter für die Distanz noch zwei Nebenbeobachter für die Höhen thätig sind. Dieses mag sich dadurch rechtfertigen, dass zur See die Höhen, welche man berechnen würde, nicht nur mit den Fehlern der nächst vorhergegangenen Breiten und Ortszeitmessungen, sondern auch mit der Uebertragung derselben auf den Distanzmessungsort durch die Schifffahrtsrechnung („das Besteck“) behaftet sind, zudem ist an Bord grosser Schiffe genügendes Personal für jene Höhenmessungen vorhanden.

Ganz anders verhält sich die Sache für einen einzelnen Beobachter zu Lande: Die Höhen vor und nach der Distanz zu messen, und Alles auf gleichen Zeitpunkt zu reduciren, ist eine mühsame und dazu unsichere Sache; man thut viel besser daran, diese Arbeit auf die Breite und Ortszeit, die man ja ohnehin braucht, und dann auf die Berechnung der Höhen zu verwenden. An der Breite, die viele Tage vor oder nachher gemessen sein kann, geht nichts verloren, und auch die Ortszeit kann mit einem mässig guten Chronometer mehrere Tage genügend genau übertragen werden. Mit diesen Elementen nebst genäherter Länge kann man aber die wahren Höhen, so genau man sie braucht, d. h. etwa auf 1′ genau, nach § 4. S. 11—13, berechnen. Nach den ersten Versuchen auf diesem Gebiete habe ich bald das Messen der Reductionshöhen unbedingt aufgegeben, und durch Berechnung ersetzt.

Damit werden wir zu der Berechnung geführt, über welche ebenfalls einiges im Allgemeinen zu sagen ist. Die Vorbereitungsberechnung der Höhen und Azimute ist auf 1′ genau genügend. Die Azimute mit zu berechnen, und zwar nach den Gauss'schen Formeln (3) S. 13, und nicht die Höhenberechnung auf die Formel (1) S. 11 zu beschränken, ist sehr nützlich, denn das Mondazimut braucht man für die Parallaxencorrectionen zweiter Ordnung ohnehin (zur See nimmt man hier Compasspeilung), ferner gewinnt man mittelst der beiden Azimute auch den Zenitwinkel Z, und kann dann die Winkel M und S nach den bequemen Sinusformeln (21) § 59. S. 292 berechnen, auch kann man dann eine Figur, wie Fig. 1. § 64. aufzeichnen, welche alle Verhältnisse klar legt, und vor groben Fehlern schützt.

Höhenparallaxen und Refractionen werden auf 1″ genau berechnet, während die Höhen selbst nur auf 1′ genau sind.

Für die eigentliche Reductionsberechnung ist die gewöhnliche Mittelbreitenformel (14) oder (16) § 59. S. 291 ohne Frage die beste Methode.

W i e d e r h o l u n g d e r B e r e c h n u n g wird oft nicht zu umgehen sein, wenn die vorläufig angenommene Länge sich nachher als ungenügend erweist, indessen hat auch eine Längenänderung von 2^m kaum Einfluss von 1″—2″ auf die Distanzreduction. Hat man auf einer Reise selbst Berechnungen gemacht, so genügen diese, nebst dem Itinerar, zur Gewinnung vorläufiger Längen, auf welche sich dann die endgültige Berechnung stützen kann.

(Nach der libyschen Expedition legte ich die Berechnung der 317 gemessenen Monddistanzen von Anfang an auf Wiederholung an, indem zuerst alle Gruppen in Mittel zusammengefasst wurden und dann erst die Berechnung nach der am Schluss von § 64. anzugebenden Methode von Neuem begann.)

Die D i s t a n z ä n d e r u n g, von deren Geschwindigkeit hauptsächlich die Genauigkeit der Längenbestimmung abhängt, ist im Jahrbuch durch den Proportional-Logarithmus angezeigt, nämlich nach (3) § 62. S. 305 durch $log\, p$, wo

$$p = \frac{10800}{\varDelta D}, \text{ für } \varDelta D \text{ in Secunden.}$$

Für viele Zwecke ist uns ein anderes Aenderungsmaass bequemer, wir nehmen die Reciproke von p, d. h. die Geschwindigkeit: