

Die Auflösung gibt:

$$x = -50'' \pm 15'' \quad \Delta t = +0,34^s \pm 0,58'' \quad \Delta \varphi = -65'' \pm 17'' \quad (15)$$

die einzelnen v' nach (11) mit $(v'v') = 344$ und mittlerem Gewichtseinheitsfehler $= \pm 7''$.

Die Vergleichung der Resultate (13) und (15) beider Ausgleichungen gibt nach (11) zwar eine erheblich kleinere Fehlerquadratsumme $(v'v') = 344$ als $(vv) = 1088$ und entsprechend auch einen kleineren Gewichtseinheitsfehler $7''$ gegen $12''$ im ersten Fall, allein der mittlere Fehler des Hauptresultates φ oder $\Delta \varphi$ ist erheblich gewachsen, nämlich von $\pm 4''$ auf $\pm 17''$ und die Annahme einer constanten Correction der Höhen $= -50'' \pm 15''$ nach (15) entspricht durchaus nicht den wirklichen Verhältnissen, abgesehen davon, dass das Resultat $\varphi = 54^{\circ} 0' 0'' - 65'' = 53^{\circ} 58' 55''$, welches aus (15) folgen würde, mit anderen Bestimmungen durchaus nicht sich verträgt. All dieses und nähere Betrachtung der scheinbar besseren Fehlervertheilung v' in (11) im Zusammenhang mit den nur um 10° unter einander verschiedenen Höhen, führen zu dem Schluss, dass die Einführung eines constanten Gliedes x in die Fehlergleichungen, welche in anderen Fällen ganz am Platze ist, in diesem Falle nicht gerechtfertigt war.

Wir bleiben daher bei dem ersten Resultat (13) stehen und haben:

$$\text{Niendorf Breite } \varphi = 53^{\circ} 59' 52'' \pm 4'' \quad (16)$$

§ 22. Der Polarstern.

Nächst der Sonne ist für die elementaren Ortsbestimmungsmethoden auf der nördlichen Halbkugel der Erde der Polarstern (Polaris, α Ursae Minoris) das wichtigste Gestirn. Durch einen glücklichen Zufall haben wir einen Stern zweiter Grösse in diesem Jahrhundert nur zwischen 1° und 2° vom Nordpol entfernt. Das Sternbild des kleinen Bären (Ursa Minor), zu welchem der Polarstern gehört, ist in der Fig. 4. § 3. S. 9 gezeichnet. Der Polarstern liegt nahezu auf der Verlängerung der Verbindung der beiden Sterne α und β des grossen Bären (Ursa Major).

Nach dem Nautical Almanac hat der Polarstern in den nächsten Jahren folgende Rectascensionen und Polabstände:

Rectascension Polaris.

	1885	1886	1887	1888
1. Januar	1h 17m 12s	1h 17m 32s	1h 17m 49s	1h 18m 5s
1. April	1 16 10	1 16 29	1 16 45	1 17 0
1. Juli	1 17 3	1 17 22	1 17 37	1 17 54
1. October	1 18 10	1 18 27	1 18 43	1 18 58

Polabstand Polaris.

	1885	1886	1887	1888
1. Januar	1° 17' 58"	1° 17' 41"	1° 17' 24"	1° 17' 6"
1. April	1 18 12	1 17 55	1 17 38	1 17 20
1. Juli	1 18 30	1 18 13	1 17 55	1 17 37
1. October	1 18 8	1 17 52	1 17 34	1 17 14

Für manche Zwecke, z. B. Meridianbestimmung zur magnetischen Orientirung u. A. genügt diese abgekürzte Ephemeride, die man dann auch nach rückwärts und vorwärts ausdehnen kann, da man sieht, dass die Rectascension in 1 Jahr etwa um 21^s zunimmt, und dass der Polabstand in 1 Jahr im Mittel um 16'' abnimmt.

Die genaue Ephemeride, von Tag zu Tag, gibt der Nautical Almanac etwa auf S. 310 u. ff.

Der Polabstand p durchläuft im letzten Viertel dieses Jahrhunderts folgende Werthe:

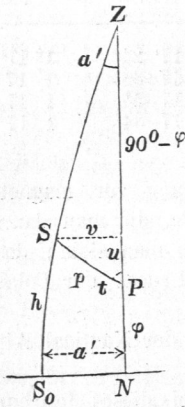
Jahr	p	Jahr	p	Jahr	p
1877	1° 20' 48"	1885	1° 18' 16"	1893	1° 15' 45"
1878	1 20 29	1886	1 17 57	1894	1 15 26
1879	1 20 10	1887	1 17 38	1895	1 15 7
1880	1 19 51	1888	1 17 19	1896	1 14 48
1881	1 19 32	1889	1 17 0	1897	1 14 30
1882	1 19 13	1890	1 16 41	1898	1 14 11
1883	1 18 54	1891	1 16 23	1899	1 13 52
1884	1 18 35	1892	1 16 4	1900	1 13 33

Mit starken Fernröhren kann der Polarstern auch bei Tage beobachtet werden, was namentlich für Azimutmessung wichtig ist, weil es dadurch möglich wird, den Polarstern und einen geodätischen Zielpunkt unmittelbar nacheinander anzuvisiren. Aber auch mit einem gewöhnlichen Theodolit-Fernrohr kann man den Stern wenigstens in der Dämmerung beobachten, und hat dann den Vortheil, dass die Instrumentenablesungen immer noch mit Tageslicht gemacht werden können. So habe ich zahlreiche Messungen mit dem kleinen, nur 15fach vergrößernden, Fernrohr des Instruments Fig. 1. § 10. S. 38 in der Abenddämmerung gemacht. Das Instrument Bamberg Fig. 6. § 10. S. 44 zeigt zwar den Polarstern nicht bei voller Tageshelle, aber schon $\frac{1}{2}$ Stunde vor Sonnenuntergang, wenn der Beobachtungsort im Schatten liegt. Es kommt hiebei natürlich auch sehr auf die Schärfe des beobachtenden Auges an.

In allen diesen Fällen kann man aber den Stern nicht unmittelbar finden, sondern man muss das Fernrohr nach Azimut und Höhe auf etwa 5' genau einstellen. Einstellung auf Azimut oder Höhe allein, und vorsichtiges Drehen im anderen Sinne, genügt nicht. Für die Azimutaleinstellung hat man auf festem Wohnsitz wohl anderweitige astronomische oder geodätische Orientirung, auf Reisen muss die Bussole orientiren.

Schlimmsten Falls kann man an einem Abend die Sichtbarkeit des Sterns mit bloßem Auge abwarten, dann beide Kreise roh ablesen und anderen Tags mit ungefähr denselben Einstellungen vor Sonnenuntergang beginnen.

Fig. 1. Polarstern S.



Was die Berechnung der Orientierung betrifft, so kommt es zunächst auf den Stundenwinkel t an, welcher vom Meridian oben nach links gezählt wird (s. Fig. 1.). Der Stundenwinkel ist nach (1) § 3. S. 7:

$$\text{Stundenwinkel} = \text{Sternzeit} - \text{Rectascension} \quad (1)$$

In erster Näherung kann man hiebei die Sternzeit nach der Uebersicht von S. [14] des Anhangs berechnen. Wir nehmen als Beispiel 1. April Abends 6^h 30^m (Sonnenuntergang).

$$\left. \begin{array}{l} \text{S. [14] Sternzeit im mittleren Mittag } 0^{\text{h}} 40^{\text{m}} \\ \text{mittlere Zeit } 6^{\text{h}} 30^{\text{m}} + 6 \quad 30 \\ \text{Ortssternzeit (genähert) } 7^{\text{h}} 10^{\text{m}} \\ \text{S. 116. — Rectascension Polaris } - 1 \quad 16 \\ \text{Stundenwinkel Polaris } t = 5^{\text{h}} 54^{\text{m}} = 88^{\circ} 30' \end{array} \right\} \quad (2)$$

Diese Rechnung ist nur auf etwa 4^m oder 1^o genau, was aber bei der langsamen Bewegung des Sterns zum Aufsuchen desselben genügt. Die genauere Behandlung ist in der später (§ 23. und § 24.) zu gebenden Azimut- und Breitenberechnung mit enthalten.

Obiger Werth $t = 5^{\text{h}} 54^{\text{m}} = 88^{\circ} 30'$ sagt, dass der Stern links vom Pol steht, ein wenig höher als der Pol selbst, also ungefähr in der Lage von Fig. 4. § 3. S. 9.

Nach Fig. 1. ist in erster Näherung

$$u = p \cos t \quad v = p \sin t \quad (3)$$

und nach (a) § 11. S. 50 ist $v = a' \sin (90^{\circ} - \varphi)$, und dieses gibt den Azimutalwerth

$$a' = \frac{v}{\cos \varphi} = \frac{p \sin t}{\cos \varphi} \quad (4)$$

Man hat also jetzt zusammen:

$$h = \varphi + u = \varphi + p \cos t \quad a = 360^{\circ} - a' = - \frac{p \sin t}{\cos \varphi} \quad (5)$$

wobei statt des linksseitigen Azimuts a' (welches in Fig. 1. eingeschrieben ist) nun das rechtsseitige, gewöhnliche Azimut a eingeführt ist.

Führt man die obige Näherungsrechnung (1) für 1. April, Hannover, Abends 6^h 30^m vollends durch, so hat man nach (5):

$p = 1^{\circ} 19' = 79'$	$\log p \ 1.8976$	$\log (-p) \ 1.8976_n$
$t = 88^{\circ} 30'$	$\log \cos t \ 8.4179$	$\log \sin t \ 9.9998$
$\varphi = 52^{\circ} 23'$	0.3155	$\text{Erg. } \log \cos \varphi \ 0.2144$
	$+ \ 2'$	2.1118_n
$\varphi = 52^{\circ} 23'$	$\text{Nordpunkt} =$	$- 129' = - 2^{\circ} 9'$
$\text{Höhe } h = 52^{\circ} 25'$	$\text{Azimut} =$	$360 \ 0$
		$357^{\circ} 51'$

Mit diesen Einstellungen wird man den Stern in der Dämmerung finden.

In gleicher Weise wurde folgende Tabelle berechnet, zunächst für Hannover, ($\varphi = 52^{\circ} 23'$), welche aber zur allgemeinen Orientirung auch anderwärts gebraucht werden kann.

Zeit		Stellung des Polarsterns		
		Stundenwinkel	Azimut	Höhe
1. April	6h 30m Abends	5h 54m	2° 9' links vom Pol	0° 2' über dem Pol
1. Mai	7 23 "	8 44	1 38 " " "	0 52 unter " "
1. Juni	8 10 "	11 33	0 15 " " "	1 18 " " "
1. Juli	8 24 "	13 46	0 58 rechts " " "	1 11 " " "
1. August	7 51 "	15 14	1 37 " " "	0 52 " " "
1. Sept.	6 47 "	16 12	1 55 " " "	0 36 " " "
1. Octob.	5 37 "	17 0	2 5 " " "	0 20 " " "

Diese Zahlen, oder besser noch eine darnach angefertigte Zeichnung, lassen zugleich im Allgemeinen erkennen, zu welcher Jahreszeit der Polarstern für gewisse Zwecke Abends am günstigsten steht. Anfangs April ist Abends Azimutmessung sehr günstig, weil der Stern sich nahezu vertical bewegt, also die Zeit der Azimutbeobachtung nur wenig genau bekannt zu sein braucht. Umgekehrt steht Anfangs Juni der Stern Abends für Breitenmessung günstig, weil er sich in der Nähe der unteren Culmination befindet, und damit nur eine schwache Höhenänderung hat.

Zur genäherten Bestimmung der Stellung des Polarsterns gegen den Pol kann auch die auf Seite 120 stehende Zeichnung Fig. 2. dienen. Wenn die obere Scheibe centrisch und drehbar mit der unteren Scheibe verbunden wird (indem entweder die obere Scheibe ausgeschnitten oder eine auf Pauspapier gezeichnete Copie derselben auf die untere Scheibe gelegt wird), so dass für irgend welchen Zeitpunkt die auf der oberen Scheibe abgelesene Tageszeit und die auf der unteren Scheibe abgelesene Jahreszeit zusammenfallen, so zeigen die Punkte *S* und *P* die gegenseitige Lage des Polarsterns und des Pols für jenen Zeitpunkt.

Zur vorläufigen Einstellung auf den Polarstern in Hinsicht auf die Höhe kann man sich auch der Hülfsafeln des Nautical Almanac etwa S. 477 bedienen, von welchen in § 24. die Rede sein wird.

Für manche Genauigkeitsschätzungen überlegen wir noch, wie gross die Polarisbewegung im Maximum ist. Der Polabstand $1^{\circ} 19' = 79' = 4740''$ gibt für 1 Zeitsecunde = $15''$ Centriwinkel die Bewegung

$$\frac{15''}{\rho''} 4740'' = 0,34'' \text{ in der Höhe}$$

und im Azimut für 52° Breite $\frac{0,34''}{\cos 52^\circ} = 0,56''$.

Wenn man also mit einem Instrument beobachtet, das überhaupt nur 10'' abzulesen gestattet und wo 1'' die letzte Rechnungseinheit vorstellt, so ist es immer genügend, die Zeit auf 1—2^s genau zu haben.

Fig. 2.

Stellung des Polarsterns gegen den Pol

