

# TECHNISCHER BERICHT

## 1. Übungsprogramm: Reduktion von Messgrößen

<b>1. AUFGABENSTELLUNG:</b> .....	<b>3</b>
<b>2. LÖSUNGSWEG:</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Reduktion des Azimutes:</b> .....	<b>3</b>
2.1.1 Reduktion wegen Lotabweichung:.....	3
2.1.2 Reduktion aufgrund der Zielpunkt-Höhe:.....	3
2.1.3 Reduktion vom Normalschnitt:.....	3
<b>2.2 Reduktion der Strecke:</b> .....	<b>3</b>
2.2.1 Instrumentenkorrekturen:.....	3
2.2.2 Meteorologische Reduktion:.....	4
2.2.3 Zentrierung auf Bodenpunkte:.....	4
2.2.4 Geometrische Reduktion:.....	4
<b>3. ERGEBNISSE:</b> .....	<b>4</b>
<b>4. DURCHFÜHRUNG (FORMELN):</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1 Reduktion des Azimutes:</b> .....	<b>5</b>
4.1.1 Reduktion wegen Lotabweichung:.....	5
4.1.2 Reduktion aufgrund der Zielpunkt-Höhe:.....	5
4.1.3 Reduktion vom Normalschnitt:.....	5
<b>4.2 Reduktion der Strecke:</b> .....	<b>5</b>
4.2.1 Instrumentenkorrekturen:.....	5
4.2.2 Meteorologische Reduktion:.....	5
4.2.3 Zentrierung auf Bodenpunkte:.....	6
4.2.4 Geometrische Reduktion:.....	6
<b>5. DURCHFÜHRUNG (ZWISCHENERGEBNISSE):</b> .....	<b>6</b>

## 1. Aufgabenstellung:

Es ist ein astronomisches Azimut und die mit EDM gemessene Strecke von  $P_1$  nach  $P_2$  auf das Bessel-Ellipsoid zu reduzieren. Bei der Strecke ist auch der auf die Bodenpunkte zentrierte Wert anzugeben. *Weitere Angaben siehe Angabeblatt.*

## 2. Lösungsweg:

### 2.1 Reduktion des Azimutes:

#### 2.1.1 Reduktion wegen Lotabweichung:

Zuerst gilt es die Komponenten der Lotabweichung in NS bzw. OW Richtung  $\xi$  und  $\eta$  zu berechnen. Dann muss die Zenitdistanz mittels Auflösung des rechtwinkligen Dreiecks gebildet von Höhenunterschied zwischen Start- und Zielpunkt, Horizontalstrecke und Schrägdistanz berechnet werden. Anschließend wird die Azimutkorrektur<sup>1</sup> berechnet.

#### 2.1.2 Reduktion aufgrund der Zielpunkt-Höhe:

Da Stand- und Zielpunkt im Normalfall nicht auf der selben Höhe liegen, Die Richtung aber auf dem Ellipsoid gewünscht ist, kann die Reduktion<sup>2</sup> aufgrund der Höhe des Zielpunktes mit einem mittleren  $N$  für Österreich von 6379 km durchgeführt werden.

#### 2.1.3 Reduktion vom Normalschnitt:

Die Reduktion<sup>3</sup> vom Normalschnitt auf die geodätische Linie ist notwendig da mit denselben gerechnet wird. Die Visurlinie die durch  $P_1$  und  $P_2$  geht und die Flächennormale in  $P_1$  enthält ist aber eine Normalschnittebene ist.

Alle 3 beschriebenen Reduktionen werden von [ $^{\circ}$ ] in [ $^g$ ] umgerechnet und zum gemessenen Azimut addiert, dadurch erhält man das reduzierte ellipsoidische Azimut.

### 2.2 Reduktion der Strecke:

Die Streckenreduktion besteht aus Instrumentenkorrekturen, Meteorologischen Reduktionen, Zentrierung auf Bodenpunkte sowie aus einer geometrischen Reduktion.

#### 2.2.1 Instrumentenkorrekturen:

Die korrigierte Strecke ergibt sich durch Addition der gemessenen Entfernung, einer Korrektur wegen zyklischem Fehler<sup>4</sup>, einer Additionskorrektur (*schon gegeben*) und einer Maßsstabskorrektur<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Siehe Skriptum, Formel 4.12

<sup>2</sup> Siehe Skriptum, Formel 4.14

<sup>3</sup> Siehe Skriptum, Formel 4.16

<sup>4</sup> Siehe Skriptum, Formel 4.39

<sup>5</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.43

Für den zyklischen Fehler muss zuerst die Phasendifferenz (Reststück) berechnet werden. Die Modulationsfrequenz wird für die Massstabskorrektur – auch Frequenzkorrektur genannt – benötigt.

### 2.2.2 Meteorologische Reduktion:

Die Strecke muss auf die aktuellen meteorologischen Verhältnisse reduziert werden. Dazu wird eine Geschwindigkeitskorrektur<sup>6</sup> angebracht für welche wiederum der Brechungsindex<sup>7</sup> der Partialdruck des Wasserdampfes<sup>8</sup> der Gruppenbrechungsindex<sup>9</sup> und der Sättigungsdampfdruck<sup>10</sup> benötigt wird. Partialdruck des Wasserdampfes und Brechungsindex sind für beide Punkte zu rechnen, für die Berechnung der Geschwindigkeitskorrektur wird der Brechungsindex gemittelt. Direkt an den Punkten wird außerdem die Temperatur des feuchten sowie des trockenen Thermometers und der Luftdruck gemessen.

Außerdem wird die Strecke auf die Raumsehne<sup>11</sup> reduziert.

Die meteorologisch korrigierte Strecke ergibt sich dann durch Addition von instrumentenmäßig korrigierter Strecke, erster Geschwindigkeitskorrektur und Reduktion auf die Raumsehne.

### 2.2.3 Zentrierung auf Bodenpunkte:

Zu berechnen ist die Strecke in Bodenhöhe, von  $P_1$  zu  $P_2$ .

### 2.2.4 Geometrische Reduktion:

Zuletzt erfolgt noch eine geometrische Reduktion<sup>12</sup> bei welcher die Ellipsoidsehne in den Ellipsoidbogen umgerechnet wird. Dazu wird der Euler'sche Radius<sup>13</sup> im Azimut der Strecke und die Sehne der Hilfskugel<sup>14</sup> benötigt.

## 3. Ergebnisse:

### **Auf das Bessel-Ellipsoid reduzierte Strecke:**

$$s_E = 8602,4475 \text{ m}$$

### **Auf Bodenpunkte reduzierte Strecke:**

$$s_B = 8615,9622 \text{ m}$$

---

<sup>6</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.51

<sup>7</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.26

<sup>8</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.34

<sup>9</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.22

<sup>10</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.32

<sup>11</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.61

<sup>12</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.69

<sup>13</sup> Siehe Bezugssysteme Skriptum, S. 37, Formel 4.40

<sup>14</sup> Siehe Skriptum, Formel 5.66

## 4. Durchführung (Formeln):

### 4.1 Reduktion des Azimutes:

$$A_E = A_Z + \Delta A_{12}^{Lot} [gon] + \Delta R_1^{h_2} [gon] + \Delta R_1^{NS} [gon]$$

#### 4.1.1 Reduktion wegen Lotabweichung:

$$\eta = (\Lambda - \lambda) \cdot \cos \varphi$$

$$\xi = \Phi - \varphi$$

$$\Delta h = H^O - (h + N)$$

$$z = \arccos \frac{\Delta h}{s}$$

$$\Delta A_{12}^{Lot} = -\eta_1 \tan \varphi_1 - (\xi_1 \sin A_{12} - \eta_1 \cos A_{12}) \cdot \cot z_{12}$$

#### 4.1.2 Reduktion aufgrund der Zielpunkt-Höhe:

$$\Delta R_1^{h_2} [cc] = 0.335^{cc} \cdot \cos^2 \varphi_1 \cdot \sin 2 A_{12} \cdot h_2 \quad \text{mit } h_2 \text{ in km}$$

#### 4.1.3 Reduktion vom Normalschnitt:

$$\Delta R_{12}^{NS} [cc] = -8.7 \cdot 10^{-6} \cdot S_{12}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 \cdot \sin 2 A_{12} \quad S_{12} \text{ in km}$$

### 4.2 Reduktion der Strecke:

#### 4.2.1 Instrumentenkorrekturen:

$$s_A = 8615,511m \quad \frac{400^s}{10 \text{ Units}} = \frac{x}{5,511}$$

$$\rightarrow \text{Reststück} = 5,511m \quad \rightarrow x$$

$$f_0 = \frac{c_0}{2 \cdot U \cdot n_0}$$

$$k_z = a_1 \sin \Delta \varphi + b_1 \cos \Delta \varphi + a_2 \sin 2 \Delta \varphi + b_2 \cos 2 \Delta \varphi + a_3 \sin 3 \Delta \varphi + b_3 \cos 3 \Delta \varphi + \dots$$

$$dS = -S \cdot \frac{df_0}{f_0} = S \cdot d\mu = k_f$$

$$S_0 = S_A + k_z + k_0 + k_f$$

#### 4.2.2 Meteorologische Reduktion:

$$N_P = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} \quad \lambda \text{ in } \mu\text{m}$$

$$\lg E = \frac{a \cdot t}{b + t} + 0.7857 \quad \text{bzw.} \quad E = 6.1052 \cdot 10^{\frac{a \cdot t}{b + t}} \quad t \text{ in } ^\circ\text{C}, E \text{ in mb}$$

→ für  $P_1$  und für  $P_2$  zu berechnen

$$e = E_w - A.p. (t - t_w)$$

→ für  $P_1$  und für  $P_2$  zu berechnen

$$N_L = 0,26958 \cdot N_G \cdot \frac{p}{T} - 11,27 \cdot \frac{e}{T}$$

→ für  $P_1$  und für  $P_2$  zu berechnen

$$N_L = (n_L - 1) \cdot 10^6 \rightarrow n_L$$

→ Mittel aus  $n_{L1}$  und  $n_{L2}$

$$\frac{S_1}{S_0} = \frac{n_0}{n} \quad \rightarrow \quad S_1 = S_0 \cdot \frac{n_0}{n}$$

$$\Delta S_K = -\frac{S_1^3}{3317}$$

$$s_r = s_1 + \Delta s_k$$

#### 4.2.3 Zentrierung auf Bodenpunkte:

$$\delta = \cos z \cdot (dr_2 - dr_1) + \frac{S_R \cdot \sin^2 z}{2(R_A + h_M)} \cdot (dr_1 + dr_2)$$

$$s_B = s_r + \delta$$

#### 4.2.4 Geometrische Reduktion:

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \varphi}$$

$$c = \frac{a^2}{b}$$

$$N = \frac{c}{V}$$

$$R_A = \frac{N}{1 + e'^2 \cos^2 \varphi \cos^2 A}$$

$$S' = \sqrt{\frac{S_R^2 - \Delta h^2}{\left(1 + \frac{h_1}{R_A}\right) \left(1 + \frac{h_2}{R_A}\right)}}$$

$$S_E = S' + \frac{S'^3}{24R_A^2}$$

## 5. Durchführung (Zwischenergebnisse):

Siehe Berechnungsprotokoll, nächste Seite