$$L_i + v_i = \rho \cdot \arctan\left(\frac{\hat{Y}_E - \hat{Y}_A}{\hat{X}_E - \hat{X}_A}\right) - \hat{o}$$

$$l_i + v_i = \rho \cdot \left(-\frac{X_E^0 - X_A^0}{{S_{AE}^0}^2}\right) \cdot dy_A + \rho \cdot \left(\frac{Y_E^0 - Y_A^0}{{S_{AE}^0}^2}\right) \cdot dx_A +$$

$$+ \rho \cdot \left(\frac{X_E^0 - X_A^0}{{S_{AE}^0}^2}\right) \cdot dy_E + \rho \cdot \left(-\frac{Y_E^0 - Y_A^0}{{S_{AE}^0}^2}\right) \cdot dx_E + (-1) \cdot do$$

mit $$l_i = L_i - \left(\underbrace{\rho \cdot \arctan\left(\frac{Y_E^0 - Y_A^0}{X_E^0 - X_A^0}\right)}_{\text{radiant [rad]}} - o_0\right) \qquad \text{und} \qquad \rho = \frac{Vollkreis}{2 \cdot \pi}$$

d) 2D konforme Helmert-Transformation

Gegeben: **Xs, Xz**
Gesucht: Translationen T_x, T_y; Maßstab m; Drehung ε

$$Xz + v_x = \hat{T}_x - \sin\hat{\varepsilon} \cdot \hat{m} \cdot Ys + \cos\hat{\varepsilon} \cdot \hat{m} \cdot Xs$$
$$Yz + v_y = \hat{T}_y + \cos\hat{\varepsilon} \cdot \hat{m} \cdot Ys + \sin\hat{\varepsilon} \cdot \hat{m} \cdot Xs$$

- für $L_i = Xz_i$:

$$l_i + v_i = 1 \cdot dT_x + 0 \cdot dT_y + (\cos\varepsilon_0 \cdot Xs - \sin\varepsilon_0 \cdot Ys) \cdot dm +$$
$$+ m_0 \cdot (-\sin\varepsilon_0 \cdot Xs - \cos\varepsilon_0 \cdot Ys) \cdot d\varepsilon$$

mit $$l_i = L_i - \left(T_x^0 - \sin\varepsilon_0 \cdot m_0 \cdot Ys + \cos\varepsilon_0 \cdot m_0 \cdot Xs\right)$$

- für $L_i = Yz_i$:

$$l_i + v_i = 0 \cdot dT_x + 1 \cdot dT_y + (\sin\varepsilon_0 \cdot Xs + \cos\varepsilon_0 \cdot Ys) \cdot dm +$$
$$+ m_0 \cdot (\cos\varepsilon_0 \cdot Xs - \sin\varepsilon_0 \cdot Ys) \cdot d\varepsilon$$

mit $$l_i = L_i - \left(T_y^0 + \cos\varepsilon_0 \cdot m_0 \cdot Ys + \sin\varepsilon_0 \cdot m_0 \cdot Xs\right)$$

ANMERKUNG:

Führt man für $\hat{m} \cdot \cos\hat{\varepsilon}$ die Hilfsgröße $\hat{a}$ und für $\hat{m} \cdot \sin\hat{\varepsilon}$ die Hilfsgröße $\hat{o}$ ein, so erhält man die von Haus aus linearen Verbesserungsgleichungen

$$Xz + v_x = 1 \cdot \hat{T}_x - \hat{o} \cdot Ys + \hat{a} \cdot Xs$$
$$Yz + v_y = 1 \cdot \hat{T}_y + \hat{a} \cdot Ys + \hat{o} \cdot Xs\,.$$

e) 2D affine Helmert-Transformation

Gegeben: **Xs, Xz**
Gesucht: Translationen T_x, T_y; Maßstäbe m_x, m_y; Drehungen ε_x, ε_y

$$Xz + v_x = \hat{T}_x - \sin\hat{\varepsilon}_y \cdot \hat{m}_y \cdot Ys + \cos\hat{\varepsilon}_x \cdot \hat{m}_x \cdot Xs$$
$$Yz + v_y = \hat{T}_y + \cos\hat{\varepsilon}_y \cdot \hat{m}_y \cdot Ys + \sin\hat{\varepsilon}_x \cdot \hat{m}_x \cdot Xs$$

- für $L_i = Xz_i$:

$$l_i + v_i = 1 \cdot dT_x + 0 \cdot dT_y + \left(-\sin\varepsilon_y^0 \cdot Ys\right) \cdot dm_y + \left(\cos\varepsilon_x^0 \cdot Xs\right) \cdot dm_x +$$
$$+ \left(-\cos\varepsilon_y^0 \cdot m_y^0 \cdot Ys\right) \cdot d\varepsilon_y + \left(-\sin\varepsilon_x^0 \cdot m_x^0 \cdot Xs\right) \cdot d\varepsilon_x$$

mit $l_i = L_i - \left(T_x^0 - \sin\varepsilon_y^0 \cdot m_y^0 \cdot Ys + \cos\varepsilon_x^0 \cdot m_x^0 \cdot Xs\right)$

- für $L_i = Yz_i$:

$$l_i + v_i = 0 \cdot dT_x + 1 \cdot dT_y + \left(\cos\varepsilon_y^0 \cdot Ys\right) \cdot dm_y + \left(\sin\varepsilon_x^0 \cdot Xs\right) \cdot dm_x +$$
$$+ \left(-\sin\varepsilon_y^0 \cdot m_y^0 \cdot Ys\right) \cdot d\varepsilon_y + \left(\cos\varepsilon_x^0 \cdot m_x^0 \cdot Xs\right) \cdot d\varepsilon_x$$

mit $l_i = L_i - \left(T_y^0 + \cos\varepsilon_y^0 \cdot m_y^0 \cdot Ys + \sin\varepsilon_x^0 \cdot m_x^0 \cdot Xs\right)$

ANMERKUNG:

Führt man für $\hat{m}_y \cdot \sin\hat{\varepsilon}_y$ die Hilfsgröße $\hat{a}$, für $\hat{m}_x \cdot \cos\hat{\varepsilon}_x$ die Hilfsgröße $\hat{b}$, für $\hat{m}_y \cdot \cos\hat{\varepsilon}_y$ die Hilfsgröße $\hat{c}$ und für $\hat{m}_x \cdot \sin\hat{\varepsilon}_x$ die Hilfsgröße $\hat{d}$ ein, so erhält man die von Haus aus linearen Verbesserungsgleichungen

$$Xz + v_x = 1 \cdot \hat{T}_x - \hat{a} \cdot Ys + \hat{b} \cdot Xs$$
$$Yz + v_y = 1 \cdot \hat{T}_y + \hat{c} \cdot Ys + \hat{d} \cdot Xs\,.$$