

Technisches Regelwerk

zur Eignungsfeststellung der eingesetzten Datenverarbeitungs- programme zu Auswertung von Liegenschaftsvermessungen

Stand 01.12.2011

Hinweis: Vorbehaltlich weiterer fachlicher Prüfungen

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Aufbau	4
2	Beschreibung des Bezugssystems	4
2.1	Geodätisches Referenzsystem 1980	4
3	Beschreibung der UTM - Abbildung	6
4	Aufbereitung der Meßwerte	12
4.1	Genauigkeitsanforderungen und Korrekturen der Meßwerte	12
4.1.1	Genauigkeitsanforderungen	12
4.1.1.1	Genauigkeitsuntersuchungen von Vermessungssystemen bzw. -instrumenten	12
4.1.1.2	Aufbereitung der Messwerte	12
4.1.2	Korrekturen	12
4.1.2.1	Theodolitfehler elektronischer Tachymeter	12
4.1.2.2	Fehler elektrooptischer Distanzmessgeräte	14
4.1.2.3	Vereinfachungen/Näherungen	15
5	Reduktionen	16
5.1	Reduktion wegen Bahnkrümmung	16
5.2	Neigungsreduktion	16
5.3	Reduktion wegen Projektionsverzerrung	17
5.3.1	Reduktion zur Koordinatenberechnung im UTM – Abbildungssystem nach ThürVV-Lika Anlage 4	17
5.3.1.1	Reduktion von der Messungshöhe H_{ell} auf das GRS80-Referenzellipsoid	17
5.3.1.2	Reduktion der ellipsoidischen Strecke S_E in die UTM-Abbildungsebene	17
5.3.1.3	Reduktion von der Messungshöhe H_{ell} auf das GRS80-Referenzellipsoid und der ellipsoidischen Strecke S_E in die UTM-Abbildungsebene	17
5.3.2	Koordinatensystem PD83 (GK-Abbildung) nach ThürVV Anlage 4	19
5.3.2.1	Reduktion von der Messungshöhe h auf das Referenzellipsoid	19
5.3.2.2	Reduktion der ellipsoidischen Strecke Str_{NHN} in die Gauß-Krüger-Abbildungsebene	19
5.3.3	Projektionsverzerrung für Soldner Koordinaten	19
5.4	Indirekte Punktaufnahme	20
5.4.1	Längsexzentrizität	20
5.4.2	Querexzentrizität	20
6	Berechnungsmethoden	22
6.1	Vier-Parameter-Transformation (Helmert – Transformation)	22
6.1.1	Berechnung der Schwerpunktkoordinaten im Soll- und im Ist-System für die identischen Punkte	23
6.1.2	Berechnung der jeweils auf den Schwerpunkt bezogenen Koordinaten	23
6.1.3	Berechnung der Transformationskonstanten	23
6.1.4	Transformationsgleichungen	23
6.1.5	Restabweichungen	23
6.1.6	Genauigkeit	23
6.1.7	Berechnung des Richtungswinkels der X-Achse gegen die N-Achse	23
6.1.8	Berechnung des Maßstabsfaktors	23
6.1.9	Beispiel:	24
6.2	Drei-Parameter-Transformation	25
6.2.1	Berechnung der Schwerpunktkoordinaten im Soll- und im Ist-System für identische Punkte	25
6.2.2	Berechnung der jeweils auf den Schwerpunkt bezogenen Koordinaten	25
6.2.3	Berechnung der Transformationskonstanten	26
6.2.4	Transformationsgleichungen	26
6.2.5	Restabweichungen	26
6.2.6	Genauigkeit	26

6.2.7	Beispiel	26
6.3	Sechs-Parameter-Transformation (Affin-Transformation)	28
6.3.1	Berechnung der Schwerpunktkoordinaten im Soll- und Ist-System für die identischen Punkte	28
6.3.2	Berechnung der jeweils auf den Schwerpunkt bezogenen Koordinaten	28
6.3.3	Berechnung der Transformationskonstanten	29
6.3.4	Transformationsgleichungen	29
6.3.5	Restabweichungen	29
6.3.6	Genauigkeit	29
6.3.7	Berechnung der Drehwinkel	29
6.3.8	Berechnung der Maßstabsfaktoren	29
6.3.9	Beispiel	30
6.4	Koordinatenberechnung frei gewählter Standpunkt	31
6.4.1	Korrektion und Reduktion der Messwerte	31
6.4.2	Berechnung rechtwinkliger Koordinaten des Standpunkt im System Y,X aus Polarkoordinaten	32
6.4.3	Koordinatentransformation ins System ETRS89/UTM32	32
6.4.4	Beispiel	33
6.5	Stationierung auf bekanntem Punkt	34
6.5.1	Korrektion und Reduktion der Messwerte	34
6.5.2	Berechnung der Orientierung auf dem Standpunkt	35
6.5.2.1	Berechnung Drehwinkel mittels Abriss	35
6.5.2.2	Berechnung mittels Koordinatentransformation	35
6.5.3	Beispiel	35
6.6	Koordinatenberechnung für polar aufgenommene Punkte	36
6.6.1	Korrektion und Reduktion der Messwerte	37
6.6.2	Berechnung rechtwinkliger Koordinaten im System Y, X aus Polarkoordinaten	37
6.6.3	Nachbarschaftstreue Koordinatenanpassung	37
6.7	Koordinatenberechnung für orthogonal aufgenommene Punkte	37
6.7.1	Berechnung der Strecken zwischen Anfangs- und Endpunkt	37
6.7.2	Vergleich der Abweichung d mit der größten zulässigen Anweichung	38
6.7.3	Berechnung der Transformationskonstanten	38
6.7.4	Transformationsgleichungen	38
6.8	Geradenschnitt	39
6.8.1	Berechnung	39
6.8.2	Sonderfälle	40
6.9	Bogenschluss	41
6.9.1	Berechnung	41
6.10	Koordinatenberechnung rechtwinkliger Gebäude	42
6.10.1	Vergleich der Summen parallel verlaufender Gebäudeseiten	42
6.10.2	Verteilung der Streckenfehler	42
6.10.3	Berechnung rechtwinkliger Koordinaten im lokalen System Y, X	42
6.10.4	Transformation lokales System in ETRS/UTM32	43
6.11	Polygonzug	44
6.11.1	Beschreibung	44
6.11.2	Beispiel	45
6.12	Flächenberechnung ETRS89/UTM32	46
6.12.1	Reduktion der Koordinaten	46
6.12.2	Flächenberechnung aus Koordinaten	46
6.12.3	Flächenbegrenzung durch Kreisbögen	46
6.12.4	Reduktion auf Messungshorizont	47
7	Beschreibung der Dateiformate in Thüringen	48
7.1	Das ASI / ASO - Format in Thüringen aus ThürDAF	48
7.1.1	Beispiel	50
7.2	Die Dateiformate zur Übertragung von Punktreservierungen in Thüringen	50

1 Grundlagen

1.1 Ausgangslage

Die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) hat auf der 88. AdV-Tagung (1991) in einem Grundsatzbeschluss für alle Aufgabenbereiche des Vermessungs- und Katasterwesens die Einführung des European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) festgelegt. Auf der 96. Tagung der AdV (1995) wurde die Universal Transversal Mercatorprojection (UTM) als Abbildungssystem bestimmt.

Basierend auf Beschlüssen AdV wurde die Einführung des Bezugssystems ETRS89 mit UTM-Abbildung in Thüringen beschlossen und mit Erlass des TMBLM vom 29. Juli 2009 eingeführt.

1.2 Aufbau

Dieses Regelwerk besteht aus einer Formelsammlung mit Beispielen und einem Prüfverfahren.

Die Formelsammlung dient zur Erstellung von Auswertungssoftware für Liegenschaftsvermessungen in Thüringen und erklärt zusätzlich die Besonderheiten der Auswertung von Messungen im System ETRS89/UTM.

Das Prüfverfahren stellt den praktischen Test und somit die Eignungsfeststellung der Auswertungssoftware gemäß Abschnitt 1.3 der ThürVV-Lika dar.

Auf der Internetseite des TLVermGeo befinden sich die Ausgangsdaten in digitaler Form.

2 Beschreibung des Bezugssystems

2.1 Geodätisches Referenzsystem 1980

Die geodätische Grundlage bildet aktuell das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89). Das ETRS89 ist ein räumlich auf Europa begrenzter Ausschnitt aus dem weltumspannenden Internationalen Terrestrischen Referenzsystem (ITRS). Das Geodätische Datum des ETRS89 ist an die Lage der europäischen Platte zur Epoche 1989.0 fixiert. Die Subkommission EUREF der International Association for Geodesy (IAG) für Europa realisiert das ETRS89 mit dem Europäischen Permanentstationsnetz (EPN).

Das ETRS89 ist ein dreidimensionales geozentrisches Bezugssystem. Als Bezugsellipsoid für das ETRS89 ist das von der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) empfohlene Geodätische Referenzsystem 1980 (GRS80) vereinbart.

Die Ellipsoidparameter lauten:

$$a_{GRS80} = 6378137,000 \text{ m}$$
$$f_{GRS80} = 1 / 298,257222101$$

Die kleine Halbachse wird mit folgender Formel berechnet:

$$b_{GRS80} = a_{GRS80} (1 - f_{GRS80})$$

$$b_{GRS80} = \mathbf{6356752,314 \text{ m}}$$

a_{GRS80}, b_{GRS80} große und kleine Halbachse des GRS80 - Ellipsoids

f_{GRS80} Abplattung

Der mittlere Krümmungsradius (Radius der Gaußschen Schmiegunskugel für Thüringen) des GRS80 – Ellipsoids wird berechnet.

B_{GRS80} mittlere geografische Breite für Thüringen auf dem GRS80 – Ellipsoid:

50 Grad 55 Minuten 41 Sekunden

M_{GRS80} Meridiankrümmungsradius

N_{GRS80} Querkrümmungsradius

R_{GRS80} mittlerer Radius der Gaußschen Schmiegunskugel/
mittlerer Krümmungsradius des GRS80-Ellipsoids

$$e^2 = 1 - \left(\frac{b_{GRS80}}{a_{GRS80}} \right)^2 = 0,006694380$$

$$B = 50,92814891^\circ$$

$$\sin B = 0,776356158828987$$

$$\sin^2 B = 0,602728885351699$$

$$e^2 \sin^2 B = 0,004034896209323680$$

$$1 - e^2 \sin^2 B = 0,995965103790676$$

$$R_{GRS80} = \frac{b_{GRS80}}{1 - e^2 \sin^2 B} = \frac{6356752,314}{0,995965103790676}$$

$$R_{GRS80} = \mathbf{6382,505 \text{ km}}$$

Der mittlere Radius der Gaußschen Schmiegunskugel/der mittlere Krümmungsradius des GRS80 – Ellipsoids für Thüringen beträgt:

$$R_{GRS80} = \mathbf{6383 \text{ km}}$$

3 Beschreibung der UTM - Abbildung

Das System in der Abbildung Universale Transversale Mercatorprojektion (UTM) basiert auf der Gaußschen Abbildung. Es werden Meridianstreifensysteme von 6° Ausdehnung ($\Delta\lambda = \pm 3^\circ$) verwendet.

Die Zone mit der Kennziffer 1 liegt zwischen $\lambda = -180^\circ$ und $\lambda = -174^\circ$ (Bezugsmeridian $\lambda_{HI} = -177^\circ$) Daraus ergibt sich für die Kennziffer:

$$K_z = \frac{\lambda_H + 183^\circ}{6^\circ} \quad \text{z. B. } \lambda_H = 9^\circ \rightarrow K_z = 32$$

UTM – Koordinaten werden mit englischen Bezeichnungen North (N) bzw. Nordwert und East (E) bzw. Ostwert bezeichnet. Dem Ostwert werden die Kennziffer und die 500 km addiert.

Für die Praxis **im Liegenschaftskataster** ist bedeutsam, dass bei der UTM - Abbildung die **Strecken- und Flächenreduktionen nicht vernachlässigt** werden können, wie das bei der Gauß-Krüger-Abbildung teilweise möglich gewesen ist.

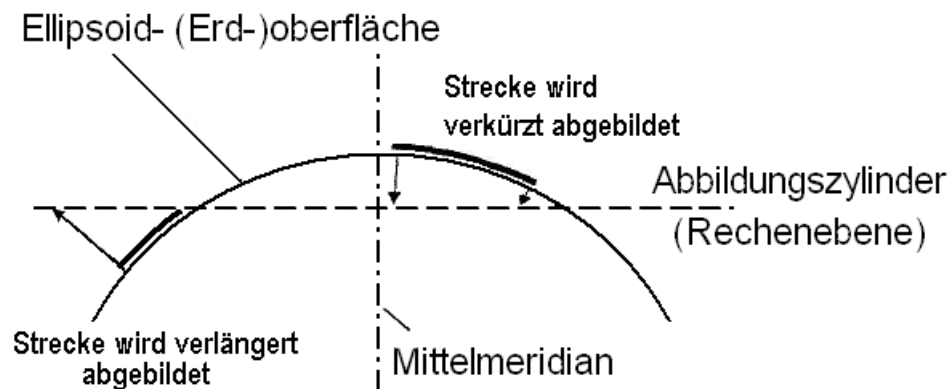


Abbildung 1: Prinzip zur Projektionsverzerrung

Um den Absolutwert der breitenabhängigen Projektionsverzerrung/Abbildungskorrektur gering zu halten, berührt der Abbildungszyylinder nicht nur, wie bei der Gauß-Krüger-Abbildung, die Ellipsoidoberfläche, sondern der Radius ist kleiner gewählt, so dass der Abbildungszyylinder die Ellipsoidoberfläche in zwei zum Mittelmeridian parallelen Linien schneidet.

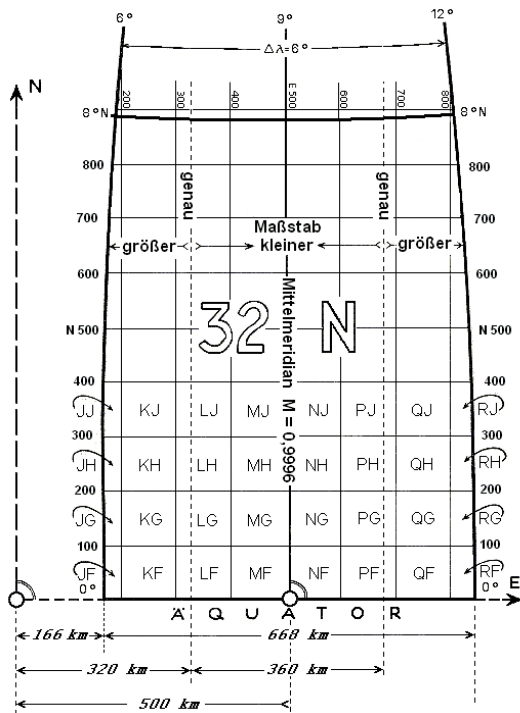


Abbildung 2: Die Koordinatenachsen E und N des UTM – Gitters mit Zonenfeld 32 N (am Äquator) und den 100-km-Quadraten

UTM-Zonensystem
(neu)

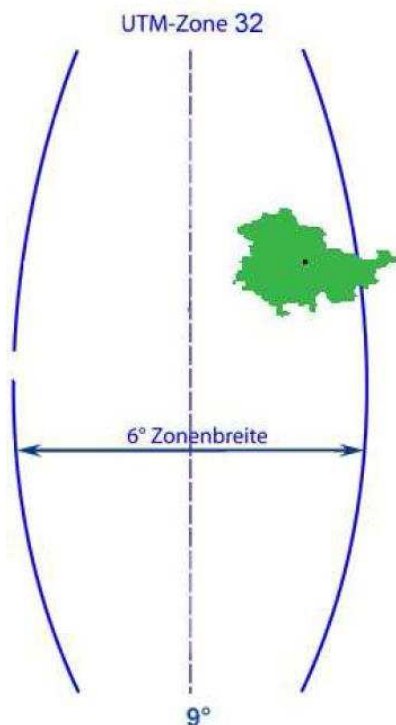


Abbildung 3: Thüringen in der Meridianzone 32 (6° - 12° Länge) und dem Breitenband U (48° - 56° Breite)

Der Mittelmeridian wird nicht längentreu, sondern mit einem Verkürzungsfaktor von 0,9996 abgebildet. Der Maßstabsfaktor der UTM – Abbildung ist abhängig vom Abstand des Punktfeldes einer Liegenschaftsvermessung zum Mittelmeridian. Der mittlere Ostwert des Punktfeldes berechnet sich nach:

$$E_m = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n}$$

E_m	Mittlerer Ostwert [km] des Punktfeldes / einer Streckenbeobachtung
E_{Punkte}	Ostwert der Punkte im Punktfeld
n	Anzahl der Ostwerte der Punkte im Punktfeld

Der Maßstabsfaktor, der die Projektionsverzerrung / Abbildungskorrektur zwischen Strecken auf dem GRS80 – Ellipsoid und Strecken auf dem Abbildungszyylinder kompensiert, berechnet sich (Näherungsformel für Strecken < 5 km) wie folgt:

$$M = \left(1 + \frac{(E_m - 500)^2}{2R_{\text{GRS80}}^2} \right) * m_0$$

M	Maßstabsfaktor der Projektionsverzerrung
E_m	Mittlerer Ostwert [km] des Punktfeldes / einer Streckenbeobachtung
500	Ostwertzuschlag [km]
R_{GRS80}	mittlerer Krümmungsradius der Gauß'schen Schmiegunskugel 6383 km
m_0	UTM Maßstabsfaktor 0,9996

Maßstabsfaktoren in Thüringen in Abhängigkeit vom Abstand des Punktfeldes zum Mittelmeridian sind der Abbildung 4 zu entnehmen. Die grafische Zusammenfassung zeigt, dass die Projektionsverzerrung/Abbildungskorrektur am Mittelmeridian mit 40 cm pro Kilometer am größten ist. Mit wachsendem Abstand vom Mittelmeridian nach Osten und Westen verringert sich der Maßstabsfaktor innerhalb der Zone. Bei ca. +180,5 km ist der Maßstabsfaktor $M \approx 1$.

Der Freistaat Thüringen befindet sich in folgendem Koordinatenbereich

Ostwert	32561000 bis 32756000
Nordwert	5562000 bis 5723000

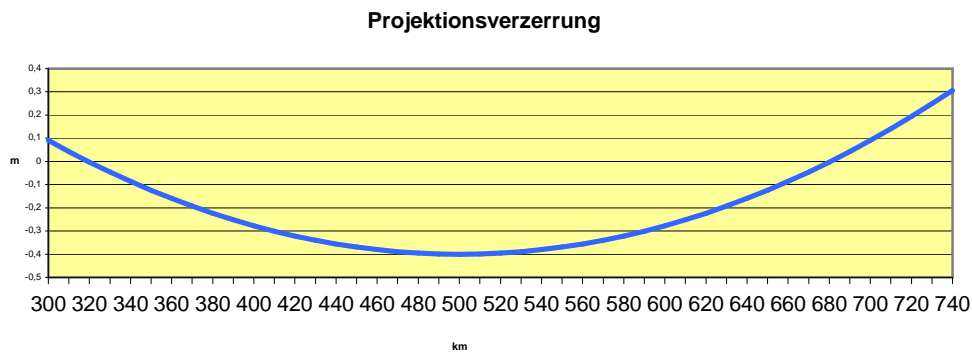


Abbildung 4: Projektionsverzerrung in Abhängigkeit vom Abstand des Punktes zum Mittelmeridian auf dem GRS80-Ellipsoid in Thüringen

Neben der Projektionsverzerrung/Abbildungskorrektur werden die Korrekturbeträge für gemessene Strecken noch zusätzlich durch die Reduktion von der Höhe des Messungsgebietes auf das GRS80 – Ellipsoid vergrößert. Das bedeutet, dass auch bei kleinräumigen Liegenschaftsvermessungen dieselben geometrischen Streckenkorrekturen vorgenommen werden müssen, wie sie in der Grundlagenvermessung bei der Gauß - Krüger - Abbildung heute berücksichtigt werden.

Die Korrekturformeln (Näherungsformel für Strecken < 5 km) lauten wie folgt:

a) Höhenreduktion

$$r_H = -s_H \frac{H_{\text{ell}}}{R} \quad \text{bzw. reduzierte Strecke} \quad s_E = s_H \left(1 - \frac{H_{\text{ell}}}{R}\right)$$

b) Abbildungskorrektur

$$r_{UTM} = s_E \left(0,9996 \frac{y^2}{2R^2}\right) + s_E (0,9996 - 1)$$

(ein positiver Teil wegen des Abstandes zum Mittelmeridian und ein negativer Teil wegen des Maßstabsfaktors)

also auch
$$r_{UTM} = s_E \left(0,9996 \left(1 + \frac{y^2}{2R^2}\right) - 1\right)$$

bzw.

$$s_{UTM} = s_E \cdot 0,9996 \left(1 + \frac{y^2}{2R^2}\right)$$

Diese beiden Reduktionen zusammengefasst ergeben

$$s_{UTM} = s_H \cdot 0,9996 \left(1 - \frac{H_{\text{ell}}}{R} + \frac{y^2}{2R^2}\right)$$

Dabei bedeutet:

s_H	Horizontalstrecke im Messgebietshorizont
s_E	auf die Bezugsfläche (Ellipsoid GRS80) reduzierte Strecke
s_{UTM}	in der UTM-Ebene abgebildete Strecke
r_H	Höhenreduktion
r_{UTM}	UTM-Abbildungsreduktion
H_{ell}	mittlere Höhe von s_H über GRS80 (ersatzweise: Höhe NHN + 45 m)
y	Abstand vom Mittelmeridian 9° [km] $y = ((E - 32\,500\,000)/1000) / m_0$ (Abbildungsmaßstab des Mittelmeridians $m_0 = 0,9996$)
R	mittlerer Erdradius = 6383 km bzw. $6,383 \cdot 10^6$ m

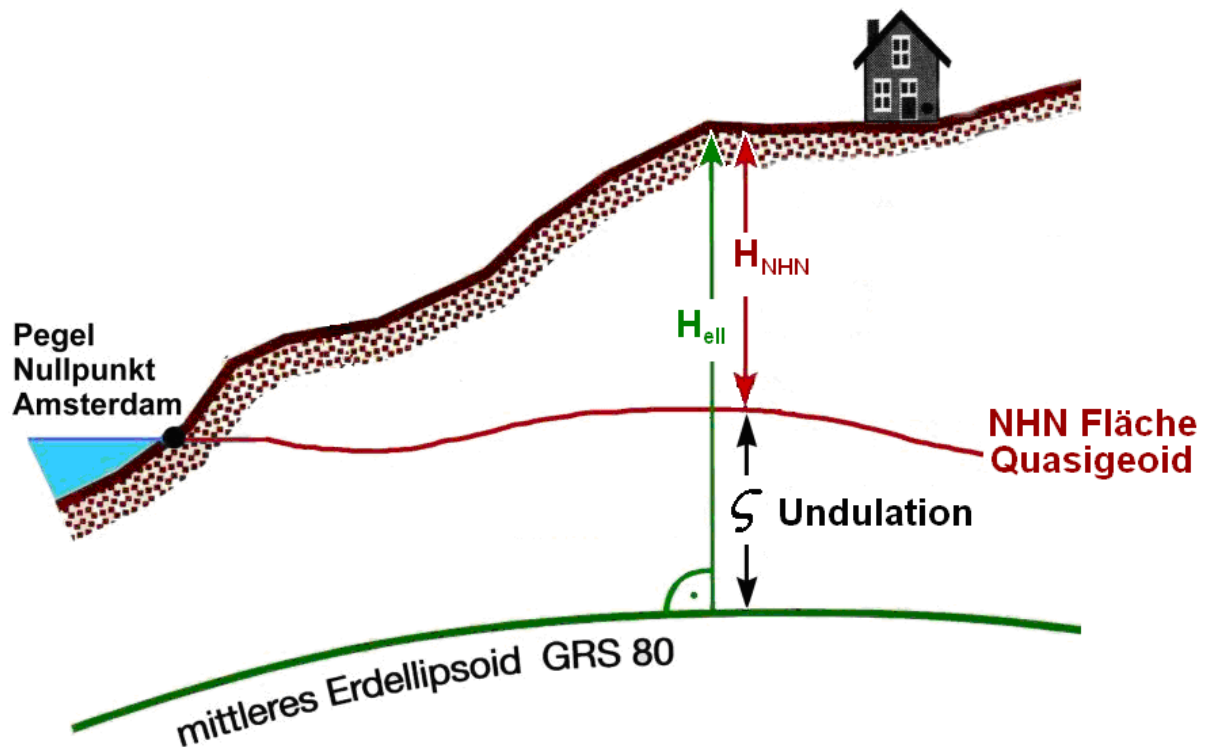


Abbildung 5: Höhenbezugsflächen

Die ellipsoidische Höhe H_{ell} ergibt sich aus der amtlichen Gebrauchshöhe über Normalhöhen-null H_{NHN} plus der Höhenanomalie ζ (Abweichung der NHN – Fläche vom Referenzellipsoid, Quasigeoidhöhe).

$$H_{ell} = H_{NHN} + \zeta$$

$$\zeta = \text{Höhenanomalie}$$

Die Quasigeoidundulationen betragen in Deutschland 36 m bis 49 m. Die Höhenanomalie schwankt. Landesweit wird in Thüringen mit dem Mittelwert + 45 m gearbeitet.

Die Abbildungskorrektur entspricht der bisherigen GK-Korrektur multipliziert mit dem UTM – Maßstabsfaktor 0,9996.

Die Formel für die Höhenkorrektur einer Fläche lautet:

$$F_{\text{UTM}} = F_{\text{H}} * \left(\frac{R}{R + H_{\text{ell}}} \right)^2 \approx F_{\text{H}} * \left(\left(1 - \frac{H_{\text{ell}}}{R} \right) + \dots \right)^2$$

Die Formel für die Abbildungskorrektur einer Fläche lautet:

$$F_{\text{UTM}} = F_{\text{H}} * M^2$$

$$F_{\text{UTM}} = F_{\text{H}} * \left(0,9996 * \left(1 + \frac{y^2}{2R^2} \right) \right)^2$$

Zusammengefasst ergibt sich folgendes:

$$F_{\text{H}} = \frac{F_{\text{UTM}}}{0,9996^2 \cdot \left(1 - \frac{H_{\text{ell}}}{R} + \frac{y^2}{2R^2} \right)^2}$$

4 Aufbereitung der Messwerte

4.1 Genauigkeitsanforderungen und Korrekturen der Messwerte

4.1.1 Genauigkeitsanforderungen

4.1.1.1 Genauigkeitsuntersuchungen von Vermessungssystemen bzw. -instrumenten

Bei Liegenschaftsvermessungen sind Vermessungssysteme bzw. -instrumente einzusetzen, die eine zuverlässige Einhaltung der in den einschlägigen Anweisungen festgesetzten Fehlergrenzen erlauben. Die Vermessungsstelle muss die Richtigkeit der ermittelten Messergebnisse gewährleisten. Die genauen Vorgaben um dies zu erreichen sind der ThürVV-Lika Anlage 2 zu entnehmen.

Für die einzelnen Vermessungssysteme bzw. -instrumente ergeben sich daraus die im Folgenden erläuterten Anforderungen.

4.1.1.2 Aufbereitung der Messwerte

Die Messwerte und die Daten, die die Messwerte beeinflussen, werden

- wegen systematischer Abweichungen korrigiert (siehe 4.1.2),
- auf die Horizontale reduziert (siehe 5) und
- zur Koordinatenberechnung im UTM - Abbildungssystem reduziert (siehe 5.3.1).

4.1.2 Korrekturen

4.1.2.1 Theodolitfehler elektronischer Tachymeter

Entsprechend der technischen Ausstattung der Tachymeter sind Libellenfehler nach Anlage 2 der ThürVV-Lika, Kompensatorfehler, Höhenindexfehler, Zielachsenfehler und Kippachsenfehler vor dem ersten Einsatz, nach Einwirkungen von Erschütterungen, nach langem Transport, nach langer Lagerung, nach Reparatur, spätestens jedoch jährlich zu bestimmen und entweder durch Justierung zu beseitigen oder bei der Aufbereitung der Messwerte zu berücksichtigen.

Fehler mechanischer Libellen werden mittels Spielpunktermittlung und anschließender Justierung beseitigt.

Fehler elektronischer Libellen und Kompensatorfehler werden mit geeigneten Methoden (Hinweise der Instrumentenhersteller) kontrolliert und ausgeschlossen.

4.1.2.1.1 Zielachsenfehler c

Bestimmung: V_I (= ungefähr Z_I) auf ungefähr 100 gon stellen;

Messung von H_I und H_{II} zum Zielpunkt

$$c = \frac{(H_{II} \pm 200 \text{ gon}) - H_I}{2} * \sin Z_I$$

Z_I Zenitwinkel der Bestimmung

Korrektur (= Verbesserung) wegen Zielachsenfehler c :

$$kc_I = (c)_1 = \frac{c}{\sin Z_I}$$

Z_I Zenitwinkel der Objektpunkt-Vermessung

$$kc_I = -kc_{II}$$

Beispiel:

Zielachsfehler				
	H_I	H_{II}	V_I	c
1.Messung	319,6448	119,6488	100,1382	-0,0020
2.Messung	18,3962	218,4006	99,9756	-0,0022
3.Messung	43,0628	243,0654	99,9112	-0,0013
				-0,0018

$$\text{Zielachsenfehler } c = -0,0018 \text{ gon}$$

4.1.2.1.2 Kippachsenneigung i

Bestimmung: Hochgelegenen Punkt anzielen; Messung von H_I und H_{II}

$$i = \left(\frac{(H_{II} \pm 200 \text{ gon}) - H_I}{2} - (c)_I \right) * \tan Z_I$$

Z_I Zenitwinkel der Bestimmung

Korrektion (= Verbesserung) wegen Kippachsenneigung i :

$$ki_I = (i)_I = i * \cot Z_I$$

Z_I Zenitwinkel der Objektpunkt-Vermessung

$$ki_I = -ki_{II}$$

R_I korrigierte Horizontalrichtung Lage I

$$R_I = H_I + kc_I + ki_I$$

Beispiel:

Kippachsfehler				
	H_I	H_{II}	V_I	i
1.Messung	386,5314	186,5346	69,2292	0,0008
2.Messung	18,4828	218,4866	66,9278	0,0003
3.Messung	46,5566	246,5594	69,7438	0,0012
				0,0008

$$\text{Kippachsenfehler } i = 0,0008 \text{ gon}$$

4.1.2.1.3 Höhenindexfehler z

Bestimmung: Messung von V_I und V_{II} zum Zielpunkt

$$v_z = \frac{400 - (v_I + v_{II})}{2}$$

Korrektion (= Verbesserung v) wegen Höhenindexfehler z :

$$k_z = v_z$$

Z_I korrigierter Zenitwinkel Lage I

$$Z_I = V_I + k_z$$

Beispiel:

Höhenindexfehler

	V_I	V_{II}	$V_I + V_{II}$	v_z
1. Messung	98,0042	302,0046	400,0088	-0,0044
2. Messung	98,0574	301,9528	400,0102	-0,0051
3. Messung	98,6628	301,3488	400,0116	-0,0058
				-0,0051

$$\text{Höhenindexfehler } z = -0,0051 \text{ gon}$$

4.1.2.2 Fehler elektrooptischer Distanzmessgeräte

Elektrooptische Distanzmessgeräte sind nach Anlage 2 der ThürVV-Lika vor dem ersten Einsatz, nach jeder Reparatur bei Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte, spätestens jedoch alle drei Jahre mit entsprechender Genauigkeit zu kalibrieren.

Nullpunktkorrektur und Maßstabskorrektur sind auf einer geeigneten Kalibrierstrecke zu ermitteln. Bei der Auswertung der Kalibrierung muss aus den einzelnen Differenzen zwischen Sollstrecken und gemessenen Strecken eine ausgleichende Gerade näherungsweise berechnet werden. Die Absolutbeträge der restlichen Abweichungen einzelner Messungen zur ausgleichenden Gerade dürfen nicht größer als 0,01 m sein.

Die durch Kalibrierung bestimmten Korrekturen sind entweder direkt bei den Messungen oder bei der Aufbereitung der Messwerte entsprechend zu berücksichtigen.

4.1.2.2.1 Meteorologische Korrektur

Die meteorologische Korrektur wird am EDM – Gerät eingestellt.

Auf Grund der bekannten Einflüsse sind Korrekturen unbedingt zu beachten.

Das bedeutet:

1° C	Temperaturänderung bedingt 1 mm Korrektur auf 1 km
3,4 hPa	Luftdruckänderung bedingen 1 mm Korrektur auf 1 km
26,6 hPa	Dampfdruckänderung bedingen 1 mm Korrektur auf 1 km

4.1.2.2.2 Nullpunktkorrektur, Reflektorkorrektur und Maßstabskorrektur

Nullpunktsfehler sind in einer Abweichung zwischen dem physikalischen und dem elektrooptischen Nullpunkt der Messausrüstung (EDM und Reflektor) begründet. Die Additionskorrektur wird aus den horizontalen Maßen ermittelt. Sie ist für alle Entfernungen im Rahmen der Messgenauigkeit gleich groß und kann somit als Additionskonstante bezeichnet werden.

Maßstabsfehler sind linear proportional zur gemessenen Distanz. Sie können durch interne und/oder externe Einflüsse verursacht werden. Der Maßstabsfehler kann gleichzeitig mit der Additionskorrektur bestimmt werden. Hierfür ist eine geeignete Vergleichsstrecke zu verwenden.

Die Korrekturen werden bei der Kalibrierung ermittelt. Sofern die entsprechenden Korrekturwerte nicht am Instrument eingegeben und rechnerisch berücksichtigt werden können, hat die Beseitigung des Nullpunktsfehlers und/oder eines Maßstabsfehlers in einer Fachwerkstatt zu erfolgen.

$$D' = Da * (1 + kM) + k0$$

Da	abgelesene Distanz
D'	korrigierte Distanz (von EDM auf Mitte Reflektor)
$k0$	Nullpunktkorrektur (EDM und Reflektor)
kM	Maßstabskorrektur

4.1.2.3 Vereinfachungen/Näherungen

Weitere Korrekturen beruhen auf theoretischen Überlegungen und sind erst bei sehr großen Zielweiten relevant. In der Praxis sind Vereinfachungen möglich.

a) Auf die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit kann wegen des geringen Einflusses bei Strecken kleiner 5 km meist verzichtet werden (bei Messungen mit Lichtwellen!).

b) Korrekturen proportional $\frac{S^3}{R^2}$ (2. Geschwindigkeitskorrektur, Korr. wegen Strahlen- und Erdkrümmung) können näherungsweise zu einer Korrekturformel zusammengefasst werden (mit Refraktionskoeffizient $k = 0,13$):

$$K_{2.\text{Ordng}} = 0,76 \frac{S^3}{24R^2}$$

Auch diese Verbesserung ist bei den zulässigen Zielweiten in Liegenschaftsvermessungen vernachlässigbar klein.

5 Reduktionen

5.1 Reduktion wegen Bahnkrümmung

entfällt bei $D \leq 10$ km, dann $D = S$

S gemessene Schrägstrecke

5.2 Neigungsreduktion

Reduktion der gemessenen Schrägstrecke S auf die horizontale Strecke $Sh_{(gem.)}$ in der Höhe des Messungsgebietes (in Höhe des Standpunktes)

S gemessene Schrägstrecke

$Sh_{(gem.)}$ horizontale Strecke in der Höhe des Messungsgebietes

Z reduzierter Zenitwinkel [gon]

Z_1 korrigierte Zenitdistanz bezogen auf die Kippachse des Theodoliten und Mitte Reflektor

k Refraktionskoeffizient für Tachymeterauswertungen $k = 0,13$

R_{GRS80} mittlerer Krümmungsradius für Thüringen [km] 6383 km

$$\rho = \frac{200[\text{gon}]}{\pi} \approx 63,661977[\text{gon}]$$

$$Sh_{(gem.)} = S * \sin Z$$

$$(\gamma - \delta) = \frac{\rho}{R_{GRS80}} - \frac{k * \rho}{2R_{GRS80}} * S = \left(1 - \frac{k}{2}\right) * \frac{\rho}{R_{GRS80}} * S$$

$$Z = Z_1 - (\gamma - \delta)$$

In Thüringen ergibt sich, wenn $k = 0,13$ und $R_{GRS80} = 6383$ km angenommen werden

$$(\gamma - \delta)[\text{gon}] = 9,3 * 10^{-3} \left[\frac{\text{gon}}{\text{km}} \right] * S[\text{km}]$$

bzw. $0,0000093 * S$ (bei der Verwendung von S in m)

Beispiel:

$$S = 165,846 \text{ m}$$

$$Z_1 = 98,4026 \text{ gon}$$

$$Z = 98,4026 \text{ gon} - (0,0000093 \text{ gon/m} * 165,846 \text{ m}) = 98,4011 \text{ gon}$$

$$Sh_{(gem.)} = 165,846 \text{ m} * \sin 98,4011 \text{ gon} = 165,794 \text{ m}$$

5.3 Reduktion wegen Projektionsverzerrung

In geodätischer Praxis erfolgt die Abbildung des Ellipsoids in die Ebene

→ Gebrauchskoordinatensystem (UTM-, Gauß-Krüger-, Soldner-Koordinaten)

5.3.1 Reduktion zur Koordinatenberechnung im UTM – Abbildungssystem nach ThürVV-Lika Anlage 4

5.3.1.1 Reduktion von der Messungshöhe H_{ell} auf das GRS80-Referenzellipsoid

$$r_H = -s_H \frac{H_{ell}}{R} \quad \text{bzw. reduzierte Strecke} \quad s_E = s_H \left(1 - \frac{H_{ell}}{R}\right)$$

5.3.1.2 Reduktion der ellipsoidischen Strecke S_E in die UTM-Abbildungsebene

$$r_{UTM} = s_E \left(0,9996 \frac{y^2}{2R^2}\right) + s_E (0,9996 - 1)$$

(ein positiver Teil wegen des Abstandes zum Mittelmeridian und ein negativer Teil wegen des Maßstabsfaktors)

also auch
$$r_{UTM} = s_E \left(0,9996 \left(1 + \frac{y^2}{2R^2}\right) - 1\right)$$

bzw.

$$s_{UTM} = s_E \cdot 0,9996 \left(1 + \frac{y^2}{2R^2}\right)$$

5.3.1.3 Reduktion von der Messungshöhe H_{ell} auf das GRS80-Referenzellipsoid und der ellipsoidischen Strecke S_E in die UTM-Abbildungsebene

$$s_{UTM} = s_H \cdot 0,9996 \left(1 - \frac{H_{ell}}{R} + \frac{y^2}{2R^2}\right)$$

Erläuterung der Bezeichnungen:

s_H	Horizontalstrecke im Messgebietshorizont
s_E	auf die Bezugsfläche (Ellipsoid GRS80) reduzierte Strecke
s_{UTM}	in der UTM-Ebene abgebildete Strecke
r_H	Höhenreduktion
r_{UTM}	UTM-Abbildungsreduktion
H_{ell}	mittlere Höhe von s_H über GRS80 (ersatzweise: Höhe NHN + 45 m)
y	Abstand vom Mittelmeridian 9° [km] $y = ((E - 32\,500\,000)/1000) / m_0$ (Abbildungsmaßstab des Mittelmeridians $m_0 = 0,9996$)
R	mittlerer Erdradius = 6383 km bzw. $6,383 \cdot 10^6$ m

Beispiel:

Gegebene Werte

$$S_H = 100,000 \text{ m}$$

$$H_{NHN} = 200 \text{ m}$$

$$R = 6383000 \text{ m}$$

$$E = 32668000 \text{ m}$$

Berechnung:

$$H_{ell} = 200 \text{ m} + 45 \text{ m} = 245 \text{ m}$$

$$y = ((32668000 \text{ m} - 32500000 \text{ m})/1000) / 0,9996 = 168,067 \text{ km}$$

Wichtig ist, dass die Werte in der Klammer mit den gleichen Wertebereichen einfließen!

$$s_{UTM} = 100 \text{ m} \cdot 0,9996 \left(1 - \frac{245 \text{ m}}{6383000 \text{ m}} + \frac{(168067 \text{ m})^2}{2 * (6383000 \text{ m})^2} \right) = 99,991 \text{ m}$$

oder

$$s_{UTM} = 100 \text{ m} \cdot 0,9996 \left(1 - \frac{0,245 \text{ km}}{6383 \text{ km}} + \frac{(168,067 \text{ km})^2}{2 * (6383 \text{ km})^2} \right) = 99,991 \text{ m}$$

5.3.2 Koordinatensystem PD83 (GK-Abbildung) nach ThürVV Anlage 4

5.3.2.1 Reduktion von der Messungshöhe h auf das Referenzellipsoid

$$Str_{NHN} = Str_h \left(1 - \frac{h}{r_m}\right)$$

5.3.2.2 Reduktion der ellipsoidischen Strecke Str_{NHN} in die Gauß-Krüger-Abbildungsebene

$$Str_{red} = Str_{NHN} \left(1 + \frac{y_m^2}{2r_m^2}\right)$$

Erläuterung der Bezeichnungen:

Str_{NHN}	die auf NHN reduzierte Strecke
Str_h	die in der Höhe h über NHN gemessene Strecke
h	Messungshöhe
r_m	der mittlere Erdradius (6384 km)
y_m	der Abstand vom Mittelmeridian in Kilometern

5.3.3 Projektionsverzerrung für Soldner Koordinaten

$$S_{P_{Sol}} = S_E + K_{P_{Sol}}$$

$$K_{P_{Sol}} = \frac{S_E * y_m^2}{2R^2} * \cos t$$

$$S_{P_{Sol}} = S_E * \left(1 + \frac{y_m^2 * \cos t}{2R^2}\right)$$

$S_{P_{Sol}}$	Distanz in der Soldner - Ebene
S_E	Distanz auf der Ellipsoidoberfläche
y_m	Abstand vom Koordinatenursprung in y-Richtung (Abstand von der Abszisse)
R	Erdradius
t	Richtungswinkel (Azimut) der Strecke

Beispiel:

$$y_m = 20 \text{ km}, \quad S = 200 \text{ m}, \quad t = 0 \text{ gon} \qquad \text{Korrektion} = + 1 \text{ mm}$$

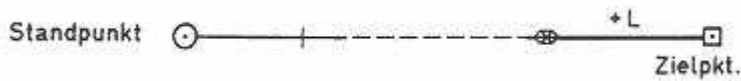
5.4 Indirekte Punktaufnahme

5.4.1 Längsexzentrizität

$Sh_{(gem.)}$ horizontale Strecke in der Höhe des Messungsgebietes

$$Sh_{(zentr.)} = Sh_{(gem.)} + L$$

+L positive Längsexzentrizität (Reflektor zwischen Stand- und Zielpunkt)



-L negative Längsexzentrizität (Reflektor hinter Zielpunkt)

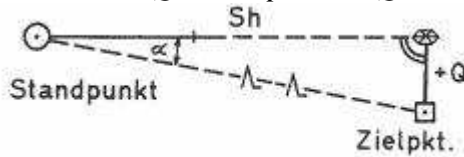


5.4.2 Querexzentrizität

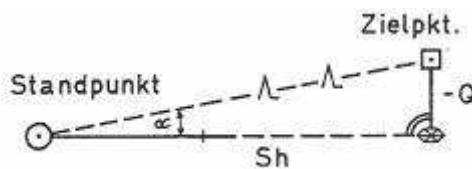
$Sh_{(gem.)}$ horizontale Strecke in der Höhe des Messungsgebietes

Q Querexzentrizität

+Q positive Querexzentrizität



-Q negative Querexzentrizität



$$Sh_{(zentr.)} = \sqrt{Sh_{(gem.)}^2 + Q^2}$$

$H_{(gem.)}$ gemessener Horizontalwinkel [gon]

$H_{(zentr.)}$ korrigierter Horizontalwinkel [gon]

$$\tan \alpha = \frac{Q}{Sh_{(gem.)}}$$

$$H_{(zentr.)} = H_{(gem.)} + \alpha$$

Beispiel:

Längsexzentrizität:

$$Sh_{(gem.)} = 55,763 \text{ m}$$

$$L = +0,027 \text{ m}$$

$$Sh_{(zentr.)} = 55,790 \text{ m}$$

Querexzentrizität:

$$Sh_{(gem.)} = 58,140 \text{ m}$$

$$H_{(gem.)} = 86,2826 \text{ gon}$$

$$Q = -0,050 \text{ m}$$

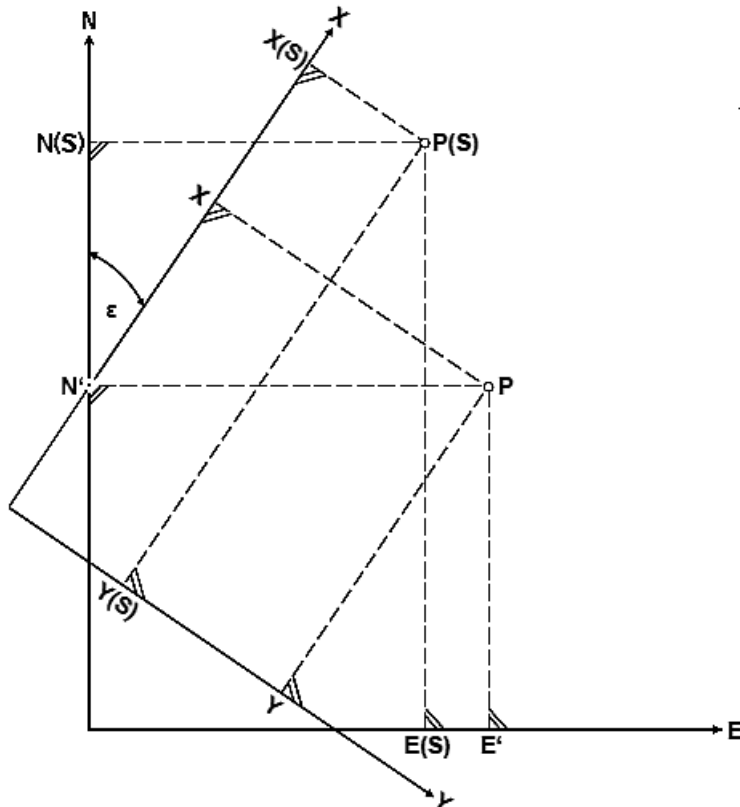
$$Sh_{(zentr.)} = 58,140 \text{ m}$$

$$\alpha = -0,0547 \text{ gon}$$

$$H_{(zentr.)} = 86,2279 \text{ gon}$$

6 Berechnungsmethoden

6.1 Vier-Parameter-Transformation (Helmert – Transformation)



E, N	Koordinaten der identischen Punkte im System E, N (Soll)
Y, X	Koordinaten der Punkte im Spezialsystem Y, X (Ist)
E', N'	Koordinaten nach der Transformation

Anwendung bei:

- Transformation von PD in ETRS/UTM32 in lokal begrenzten Gebieten (Ausdehnung max. 1km²)
- Berechnung von Polygonzügen
- Messung im System PD83

6.1.1 Berechnung der Schwerpunktkoordinaten im Soll- und im Ist-System für die identischen Punkte

$$E_{(s)} = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n} \qquad N_{(s)} = \frac{\sum N_{\text{Punkte}}}{n}$$

$$Y_{(s)} = \frac{\sum Y_{\text{Punkte}}}{n} \qquad X_{(s)} = \frac{\sum X_{\text{Punkte}}}{n}$$

6.1.2 Berechnung der jeweils auf den Schwerpunkt bezogenen Koordinaten

$$E'' = E - E_{(s)} \qquad N'' = N - N_{(s)}$$

$$Y'' = Y - Y_{(s)} \qquad X'' = X - X_{(s)}$$

6.1.3 Berechnung der Transformationskonstanten

$$o = \frac{\sum (E'' * X'') - \sum (N'' * Y'')}{\sum (Y''^2 + X''^2)} \qquad a = \frac{\sum (E'' * Y'') + \sum (N'' * X'')}{\sum (Y''^2 + X''^2)}$$

6.1.4 Transformationsgleichungen

$$E' = E_{(s)} + aY'' + oX'' \qquad N' = N_{(s)} + aX'' - oY''$$

6.1.5 Restabweichungen

$$v'_{(E)} = E - E' \qquad v'_{(N)} = N - N'$$

6.1.6 Genauigkeit

$$s_0 = m_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum v'_{(E)2} + \sum v'_{(N)2}}{2n - u}}$$

$$s_p = m_p = \pm m_0 * \sqrt{2}$$

- n Anzahl der identischen Punkte
- u Anzahl der Unbekannten; hier $u = 4$

6.1.7 Berechnung des Richtungswinkels der X-Achse gegen die N-Achse

$$\varepsilon = \arctan \frac{o}{a}$$

6.1.8 Berechnung des Maßstabsfaktors

$$m = \sqrt{a^2 + o^2}$$

6.1.9 Beispiel:

Koordinaten im lokalen System Y, X (Ist)

Nr.	Y	X
NP	10000,000	10000,000
30003	10081,556	10011,915
30004	9897,990	10130,673
40001	9950,164	9928,467
10014	10183,651	8940,178

Koordinaten der identischen Punkte im System E, N (Soll)

Nr	E	N
30003	32667588,340	5611075,178
30004	32667532,769	5610863,747
40001	32667708,602	5610976,371
10014	32668574,778	5611506,447

$$Y_{(s)} = \frac{\sum Y_{\text{Punkte}}}{n} = 10028,340$$

$$X_{(s)} = \frac{\sum X_{\text{Punkte}}}{n} = 9752,808$$

$$E_{(s)} = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n} = 32667851,122$$

$$N_{(s)} = \frac{\sum N_{\text{Punkte}}}{n} = 5611105,436$$

$$o = -0,950115586$$

$$a = -0,311884856$$

$$m = 0,999995895$$

$$\varepsilon = 79,8078504 \text{ gon}$$

Koordinaten Neupunkt:

$$E' = 32667625,101$$

$$N' = 5611001,414$$

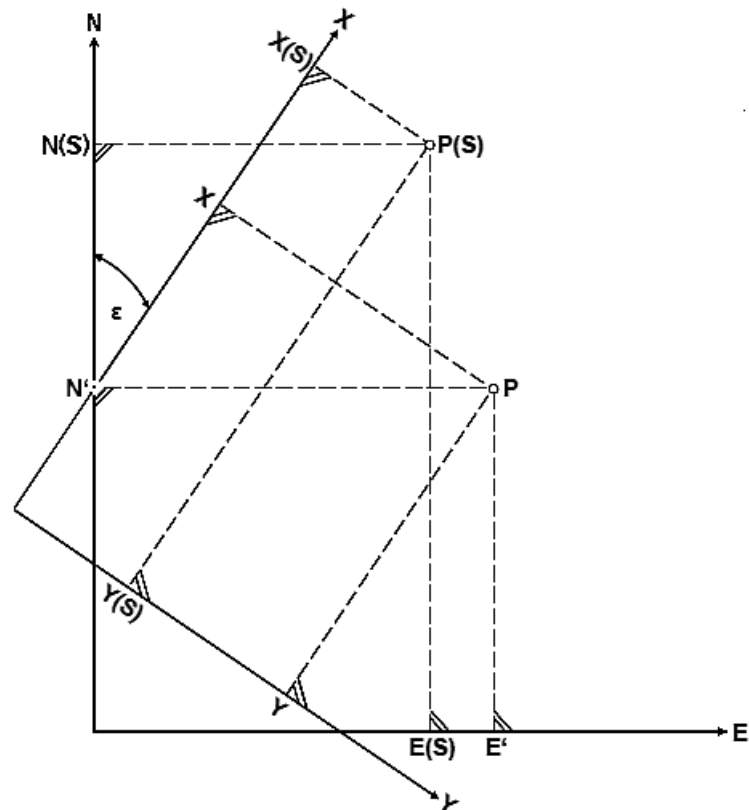
Restabweichungen der Anschlusspunkte

Nr.	dE	dN	dL
30003	-0,004	-0,008	0,008
30004	0,007	0,009	0,012
40001	-0,006	-0,003	0,006
10014	0,002	0,001	0,003

Genauigkeit:

$$s_o = 0,0080 \text{ m}$$

6.2 Drei-Parameter-Transformation



E, N	Koordinaten der identischen Punkte im System E, N (Soll)
Y, X	Koordinaten der Punkte im Lokalsystem Y, X (Ist)
E', N'	Koordinaten nach der Transformation

Anwendung bei:

- Polarvermessung im Lagefestpunktfeld
- Transformation der Gebäudepunkte des Rechtwinkel-Polygons auf die direkt aufgenommenen Gebäudepunkte

6.2.1 Berechnung der Schwerpunktkoordinaten im Soll- und im Ist-System für identische Punkte

$$E_{(s)} = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n} \qquad N_{(s)} = \frac{\sum N_{\text{Punkte}}}{n}$$

$$Y_{(s)} = \frac{\sum Y_{\text{Punkte}}}{n} \qquad X_{(s)} = \frac{\sum X_{\text{Punkte}}}{n}$$

6.2.2 Berechnung der jeweils auf den Schwerpunkt bezogenen Koordinaten

$$E'' = E - E_{(s)} \qquad N'' = N - N_{(s)}$$

$$Y'' = Y - Y_{(S)} \quad X'' = X - X_{(S)}$$

6.2.3 Berechnung der Transformationskonstanten

$$o = \frac{\sum(E'' * X'') - \sum(N'' * Y'')}{\sum(Y''^2 + X''^2)} \quad a = \frac{\sum(E'' * Y'') + \sum(N'' * X'')}{\sum(Y''^2 + X''^2)}$$

$$m = \sqrt{a^2 + o^2}$$

$$o' = \frac{o}{m} = \sin \varepsilon$$

$$a' = \frac{a}{m} = \cos \varepsilon$$

ε Richtungswinkel der X-Achse gegen die N-Achse

Der Maßstab des Lokalsystems bleibt erhalten.

6.2.4 Transformationsgleichungen

$$E' = E_{(S)} + a' Y'' + o' X''$$

$$N' = N_{(S)} + a' X'' - o' Y''$$

6.2.5 Restabweichungen

$$v'_{(E)} = E - E'$$

$$v'_{(N)} = N - N'$$

6.2.6 Genauigkeit

$$s_0 = m_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum v'_{(E)2} + \sum v'_{(N)2}}{2n - u}}$$

$$s_p = m_p = \pm m_0 * \sqrt{2}$$

n Anzahl der identischen Punkte

u Anzahl der Unbekannten; hier $u = 3$

6.2.7 Beispiel:

Koordinaten im lokalen System Y, X (Ist)

Nr.	Y	X
NP	10000,000	10000,000
30003	10081,556	10011,915
30004	9897,990	10130,673
40001	9950,164	9928,467
10014	10183,651	8940,178

Koordinaten der identischen Punkte im System E, N (Soll)

<i>Nr</i>	<i>E</i>	<i>N</i>
30003	32667588,340	5611075,178
30004	32667532,769	5610863,747
40001	32667708,602	5610976,371
10014	32668574,778	5611506,447

$$Y_{(s)} = \frac{\sum Y_{\text{Punkte}}}{n} = 10028,340$$

$$X_{(s)} = \frac{\sum X_{\text{Punkte}}}{n} = 9752,808$$

$$E_{(s)} = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n} = 32667851,122$$

$$N_{(s)} = \frac{\sum N_{\text{Punkte}}}{n} = 5611105,436$$

$$o = -0,950114071$$

$$a = -0,311884388$$

$$m = 0,99999431$$

$$o' = -0,950119477$$

$$a' = -0,311886163$$

$$\varepsilon = 79,8078486 \text{ gon}$$

Koordinaten Neupunkt

$$E' = 32667625,099$$

$$N' = 5611001,413$$

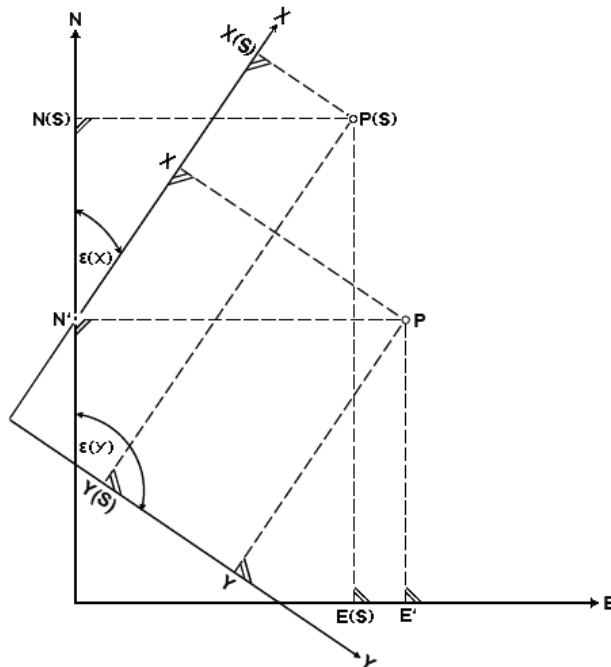
Restabweichungen der Anschlusspunkte

<i>Nr.</i>	<i>dE</i>	<i>dN</i>	<i>dL</i>
30003	-0,002	-0,007	0,008
30004	0,009	0,010	0,014
40001	-0,005	-0,002	0,005
10014	-0,002	-0,001	0,002

Genauigkeit:

$$s_o = 0,0083 \text{ m}$$

6.3 Sechs-Parameter-Transformation (Affin-Transformation)



- Transformation von Soldner in ETRS/UTM32
- Transformation von Digitalisiererergebnissen
- Transformation rechtwinklige Gebäude

6.3.1 Berechnung der Schwerpunktkoordinaten im Soll- und Ist-System für die identischen Punkte

$$E_{(s)} = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n} \qquad N_{(s)} = \frac{\sum N_{\text{Punkte}}}{n}$$

$$Y_{(s)} = \frac{\sum Y_{\text{Punkte}}}{n} \qquad X_{(s)} = \frac{\sum X_{\text{Punkte}}}{n}$$

6.3.2 Berechnung der jeweils auf den Schwerpunkt bezogenen Koordinaten

$$E'' = E - E_{(s)} \qquad N'' = N - N_{(s)}$$

$$Y'' = Y - Y_{(s)} \qquad X'' = X - X_{(s)}$$

$$dY = E'' - Y'' \qquad dX = N'' - X''$$

6.3.3 Berechnung der Transformationskonstanten

$$M = \sum X''^2 * \sum Y''^2 - (\sum (Y'' * X''))^2$$

$$a_{11} = 1 + \frac{1}{M} * (\sum (X'' * dX) * \sum Y''^2 - \sum (Y'' * dX) * \sum (Y'' * X''))$$

$$a_{12} = \frac{1}{M} * (\sum (Y'' * dX) * \sum X''^2 - \sum (X'' * dX) * \sum (Y'' * X''))$$

$$a_{21} = \frac{1}{M} * (\sum (X'' * dY) * \sum Y''^2 - \sum (Y'' * dX) * \sum (Y'' * X''))$$

$$a_{22} = 1 + \frac{1}{M} * (\sum (Y'' * dY) * \sum X''^2 - \sum (X'' * dY) * \sum (Y'' * X''))$$

6.3.4 Transformationsgleichungen

$$E' = E_{(s)} + a_{21}X'' + a_{22}Y''$$

$$N' = N_{(s)} + a_{11}X'' + a_{12}Y''$$

6.3.5 Restabweichungen

$$v'_{(E)} = E - E'$$

$$v'_{(N)} = N - N'$$

6.3.6 Genauigkeit

$$s_0 = m_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum v'_{(E)2} + \sum v'_{(N)2}}{2n - u}}$$

$$s_p = m_p = \pm m_0 * \sqrt{2}$$

- n Anzahl der identischen Punkte
 u Anzahl der Unbekannten; hier $u = 6$

6.3.7 Berechnung der Drehwinkel

X - Achse gegen N - Achse

$$\varepsilon_X = \arctan \frac{\alpha_{21}}{\alpha_{11}}$$

Y - Achse gegen E - Achse

$$\varepsilon_Y = \arctan \frac{\alpha_{22}}{\alpha_{12}}$$

6.3.8 Berechnung der Maßstabsfaktoren

X - Achse

$$m_X = \pm \sqrt{a_{11}^2 + a_{21}^2}$$

Y - Achse

$$m_Y = \pm \sqrt{a_{12}^2 + a_{22}^2}$$

6.3.9 Beispiel

Koordinaten im lokalen System

Nr.	Y	X
NP	10000,000	10000,000
30003	10081,556	10011,915
30004	9897,990	10130,673
40001	9950,164	9928,467
10014	10183,651	8940,178

Koordinaten der identischen Punkte im System E, N (Soll)

Nr	E	N
30003	32667588,340	5611075,178
30004	32667532,769	5610863,747
40001	32667708,602	5610976,371
10014	32668574,778	5611506,447

$$Y_{(s)} = \frac{\sum Y_{\text{Punkte}}}{n} = 10028,340$$

$$X_{(s)} = \frac{\sum X_{\text{Punkte}}}{n} = 9752,808$$

$$E_{(s)} = \frac{\sum E_{\text{Punkte}}}{n} = 32667851,122$$

$$N_{(s)} = \frac{\sum N_{\text{Punkte}}}{n} = 5611105,436$$

$$M = 14339408741$$

$$a_{11} = -0,311899041$$

$$a_{12} = 0,950040967$$

$$a_{21} = -0,950123682$$

$$a_{22} = -0,311919343$$

Koordinaten Neupunkt

$$E' = 32667625,100$$

$$N' = 5611001,412$$

Restabweichungen der Anschlusspunkte in m

Nr.	dE	dN	dL
30003	0,000	0,000	0,000
30004	0,006	0,005	0,008
40001	-0,007	-0,006	0,009
10014	0,001	0,001	0,002

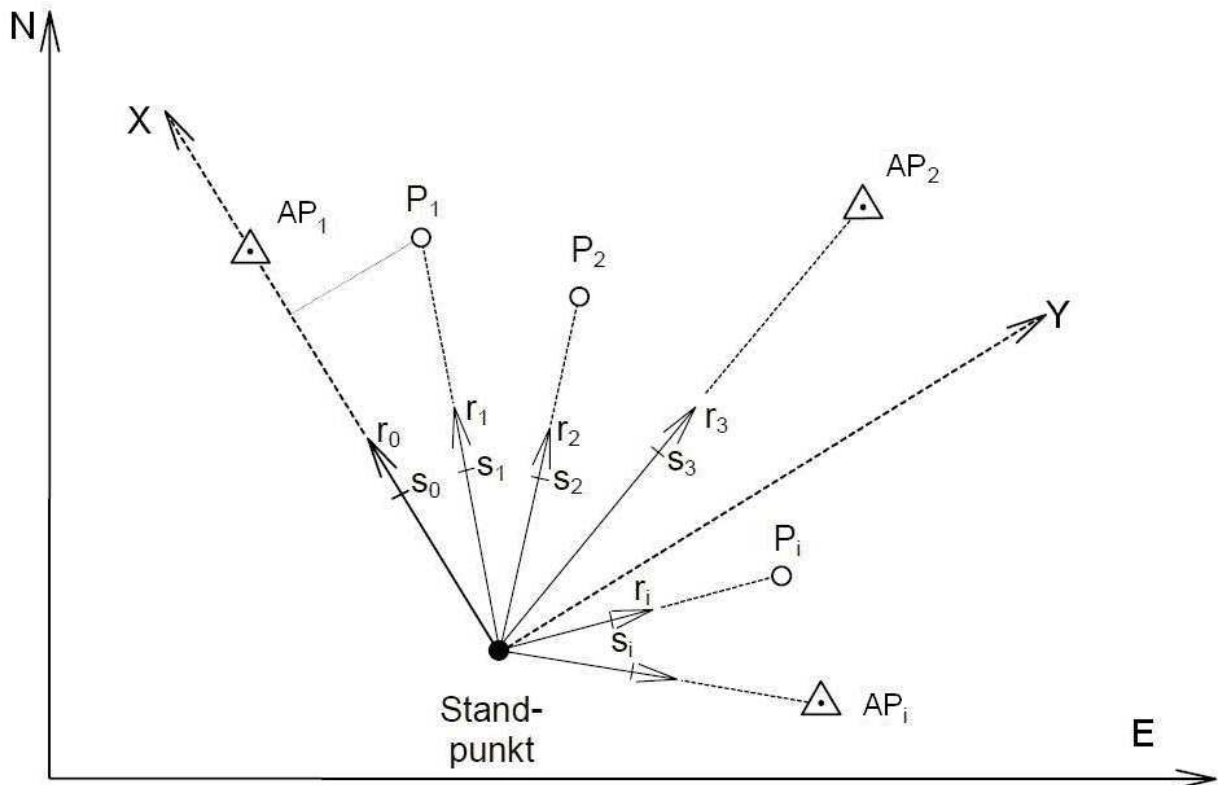
Genauigkeit:

$$s_o = 0,0085 \text{ m}$$

Drehwinkel: X- Achse gegen N- Achse = 79,80715315 gon
 Y- Achse gegen E- Achse = 379,804283 gon

Maßstabsfaktoren $m_x = 1,000008012$
 $m_y = 0,99993576$

6.4 Koordinatenberechnung frei gewählter Standpunkt



- S Strecke
- Sh_{UTM} Korrigierte und Reduzierte Horizontalstrecke
- ε Drehwinkel
- H_z Horizontalwinkel bezogen auf die Nullrichtung des Teilkreises
- Stp Standpunkt
- AP Anschlußpunkt
- $E_{Stp}; N_{Stp}$ Standpunktkoordinaten sind bekannt

6.4.1 Korrektur und Reduktion der Messwerte

Siehe „4. Aufbereitung der Messwerte“

6.4.2 Berechnung rechtwinkliger Koordinaten des Standpunkt im System Y,X aus Polarkoordinaten

$$Y_i = Y_{Stp} + Sh_{UTM(Stp,i)} * \sin Hz_i$$
$$X_i = X_{Stp} + Sh_{UTM(Stp,i)} * \cos Hz_i$$

6.4.3 Koordinatentransformation ins System ETRS89/UTM32

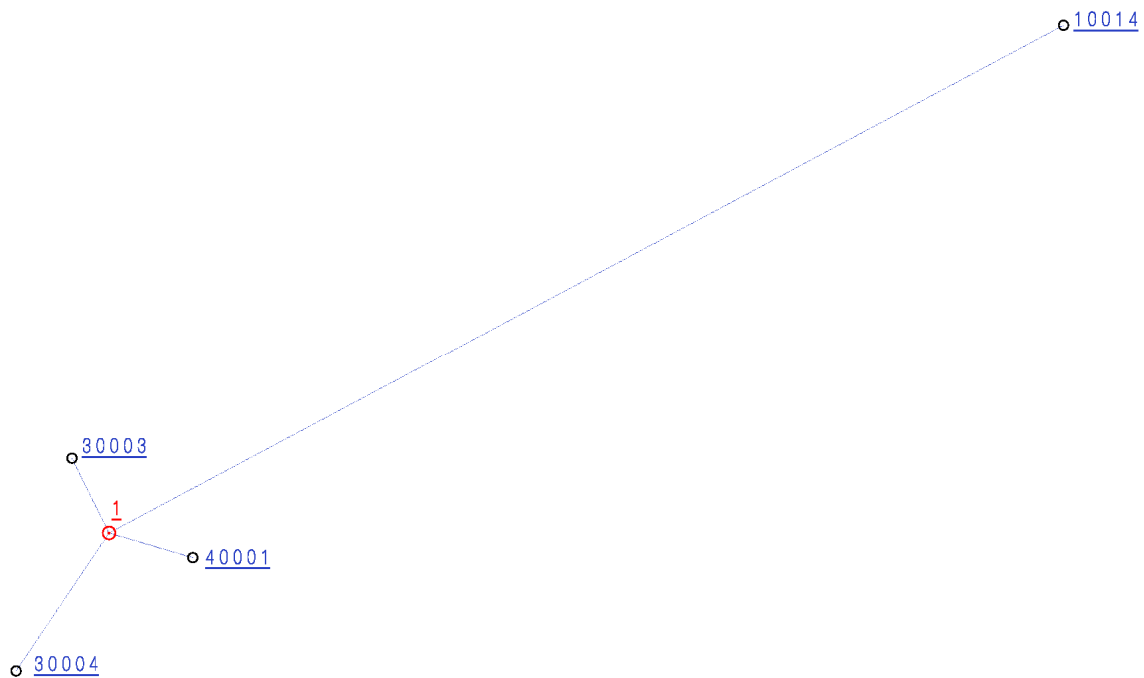
Polarvermessungen im Koordinatenreferenzsystem ETRS89/UTM32 sind mit einer Drei-Parameter-Transformation auszuwerten.

Siehe „6.2 Drei-Parameter-Transformation“

Aus der Transformation erhält man

- Koordinaten des Standpunkt
- Drehwinkel (lokales System des Standpunkt zum Landeskoordinatensystem)
- Restklaffen der Anschlusspunkte
- Genauigkeit der Standpunktkoordinaten

6.4.4 Beispiel



Ausgangskordinaten:

```

1 81020 4556103 0003 489 Y 32667588.340 X 5611075.178 Z 328.539
21 1 test 6 0 0510121 15.04.2009 14:43:53
1 81020 4556103 0004 489 Y 32667532.769 X 5610863.747 Z 336.397
21 1 test 6 0 0510121 15.04.2009 14:43:53
1 81020 4556104 0001 489 Y 32667708.602 X 5610976.371 Z 333.482
21 1 test 6 0 0510121 15.04.2009 14:43:53
1 81020 4566101 0014 489 Y 32668574.778 X 5611506.447 Z 335.395
21 1 test 6 0 0510121 15.04.2009 14:43:53
    
```

Meßwerte

	<i>D in m</i>	<i>Hz in gon</i>	<i>VI in gon</i>
30003	82.514	90.764 6	102.8458
30004	165.846	357.8028	98.4026
40001	87.201	238.7384	99.0596
10014	1075.746	189.076	99.8142

Berechnung Horizontalstrecke

<i>S</i>	<i>VI</i>	<i>Sh</i>
82,514	102,8458	82,432
165,846	98,4026	165,794
87,201	99,0596	87,191
1075,746	99,8142	1075,741

Streckenreduktion

Bei einer mittlern Geländehöhe von 330 m im NHN System

<i>Horizontalstrecke in der Örtlichkeit</i>	<i>Höhe GRS80</i>	<i>Rechtswert</i>	<i>Strecke im ETRS/UTM System</i>
82,432	375	32667000	82,422
165,794	375	32667000	165,775
87,191	375	32667000	87,181
1075,741	375	32667000	1075,616

Berechnung lokales Standpunktsystem

Koordinate Standpunkt

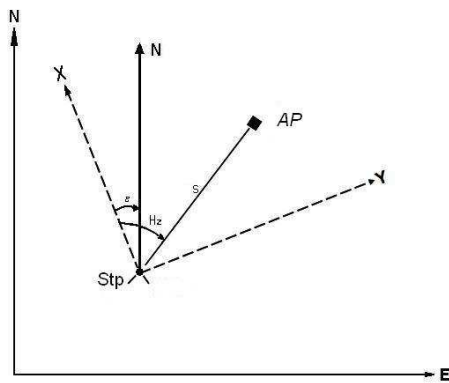
$Y = 10000$
 $X = 10000$

<i>Winkel</i>	<i>Str.</i>	<i>dY</i>	<i>dX</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>
90,7646	82,422	81,556	11,915	10081,556	10011,915
357,8028	165,775	-102,010	130,673	9897,990	10130,673
238,7384	87,181	-49,836	-71,533	9950,164	9928,467
189,0768	1075,616	183,651	-1059,822	10183,651	8940,178

Drei-Parameter- Transformation in das System ETRS89 UTM

Siehe „6.2.7 Beispiel Drei-Parameter-Transformation“

6.5 Stationierung auf bekanntem Punkt



- S Strecke
- Sh_{UTM} Korrigierte und Reduzierte Horizontalstrecke
- ε Drehwinkel
- H_z Horizontalwinkel bezogen auf die Nullrichtung des Teilkreises
- Stp Standpunkt
- AP Anschlußpunkt
- $E_{Stp}; N_{Stp}$ Standpunktkoordinaten sind bekannt

6.5.1 Korrektion und Reduktion der Messwerte

Siehe „4. Aufbereitung der Messwerte“

6.5.2 Berechnung der Orientierung auf dem Standpunkt

Zur Berechnung der Orientierung sind mehrere Verfahren möglich.

6.5.2.1 Berechnung Drehwinkel mittels Abriss

Hierzu sind die Anschlusspunkte Polar anzumessen und die gemessenen Horizontalrichtungen in einem Abriss auszugleichen.

Die gemessenen Distanzen können zu einem Sollstreckenvergleich genutzt werden.

Aus dem Richtungsausgleich sowie dem Streckenvergleich können die Genauigkeitsüberprüfungen der Stationierung durchgeführt werden.

6.5.2.2 Berechnung mittels Koordinatentransformation

6.5.2.2.1 Berechnung rechtwinkliger Koordinaten im System Y, X aus Polarkoordinaten

$$Y_i = Y_{Stp} + Sh_{UTM(Stp,i)} * \sin Hz_i$$

$$X_i = X_{Stp} + Sh_{UTM(Stp,i)} * \cos Hz_i$$

6.5.2.2.2 Drei-Parameter-Transformation

Siehe „6.2 Drei-Parameter-Transformation“

Aus der Transformation erhält man

- Drehwinkel (lokales System des Standpunkt zum Landeskoordinatensystem)
- Restklaffen der Anschlusspunkte
- Genauigkeit der Standpunktkoordinaten

6.5.3 Beispiel:

Standpunkt: 455-610.4 1

Anschlusspunkte und Messwerte:

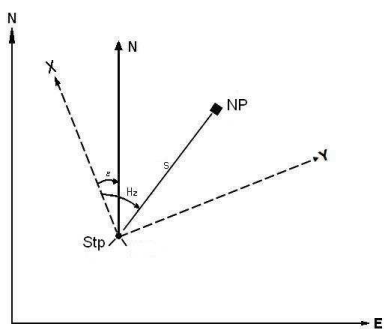
	<i>D in m</i>	<i>H_z in gon</i>	<i>Vl in gon</i>
30003	155,739	40,1896	102,0324
30004	208,854	360,1410	99,1220
10014	1015,610	161,4440	99,8842

Ergebnis der Einpassung:

	<i>v Hz</i>	<i>v Sh</i>
30003	-0,0014	0,004
30004	0,0019	-0,001
10014	-0,0004	0,008

Orientierung aus Abriss: 303,5939 gon

6.6 Koordinatenberechnung für polar aufgenommene Punkte



s	Strecke
H_z	Horizontalwinkel bezogen auf die Nullrichtung des Teilkreises
ε	Drehwinkel
Stp	Standpunkt
NP	Neupunkt
$E_{Stp}; N_{Stp}$	Standpunktkoordinaten sind bekannt

6.6.1 Korrektur und Reduktion der Messwerte

Ermittlung von s und H_z

Siehe „4. Aufbereitung der Messwerte“

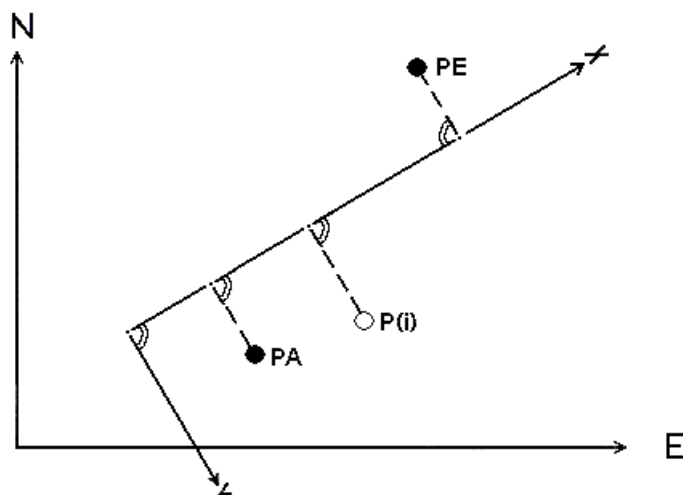
6.6.2 Berechnung rechtwinkliger Koordinaten im System Y, X aus Polarkoordinaten

$$Y_{NP} = Y_{PSt} + Sh_{UTM(PSt,P)} * \sin t_p$$

6.6.3 Nachbarschaftstreue Koordinatenanpassung

Bei der Ausführung von Liegenschaftsvermessungen in ETRS89/UTM32 ist eine Nachbarschaftstreue Koordinatenanpassung nicht notwendig, da Punkte im Koordinatenkataster nur noch zufällige Lagefehler besitzen. Systematische Punktverschiebungen sind durch den genauen Anschluss an das Lagesystem auszuschließen.

6.7 Koordinatenberechnung für orthogonal aufgenommene Punkte



6.7.1 Berechnung der Strecken zwischen Anfangs- und Endpunkt

- aus Koordinaten
- aus Messwerten

und Vergleich der beiden.

$$Sh_{ger} = \frac{\sqrt{((E_{PE} - E_{PA})^2 + (N_{PE} - N_{PA})^2)}}{\left(1 + \frac{(E_m - 500)^2}{2R_{GRS80}^2} - \frac{H_{ell}}{R_{GRS80}}\right) * 0,9996}$$

$$E_m = \frac{\sum E_{Punkte}}{n}$$

$$Sh_{gem} = \sqrt{\left((X_{PE} - X_{PA})^2 + (Y_{PE} - Y_{PA})^2 \right)}$$

$$d = Sh_{Soll} - Sh_{Ist} \quad \text{bzw.} \quad d = Sh_{ger} - Sh_{gem}$$

d	Abweichung zwischen gerechneten und gemessenen Strecken
Sh_{ger}	gerechnete horizontale Strecke in der Höhe des Messungsgebietes
Sh_{gem}	gemessene horizontale Strecke in der Höhe des Messungsgebietes
H_{ell}	Höhe aus dem DGM oder gemittelte Höhe der beiden Anschlusspunkte im Messungsgebiet über dem GRS80-Ellipsoid (NHN + 45 m)
R_{GRS80}	mittlerer Krümmungsradius für Thüringen 6383 km
E_{Punkte}	Ostwert der Punkte im Punktfeld
E_m	Mittlerer Ostwert [km] des Punktfeldes / einer Streckenbeobachtung
n	Anzahl der Punkte im Punktfeld

6.7.2 Vergleich der Abweichung d mit der größten zulässigen Anweichung

Die größte zulässige Abweichung zwischen der gerechneten und gemessenen Strecke resultiert aus der ThürVV-Lika Anlage 3.

6.7.3 Berechnung der Transformationskonstanten

$$o = \frac{(X_{PE} - X_{PA}) * (E_{PE} - E_{PA}) - (Y_{PE} - Y_{PA}) * (N_{PE} - N_{PA})}{Sh^2}$$

$$a = \frac{(Y_{PE} - Y_{PA}) * (E_{PE} - E_{PA}) + (X_{PE} - X_{PA}) * (N_{PE} - N_{PA})}{Sh^2}$$

Falls X_{PA} und X_{PE} nicht gemessen sind, wird mit der aus Koordinaten ermittelten Strecke gerechnet.

Sh horizontale Strecke in der Höhe des Messungsgebietes

6.7.4 Transformationsgleichungen

$$E_{P(i)} = E_{PA} + a * (Y_{P(i)} - Y_{PA}) + o * (X_{P(i)} - X_{PA})$$

$$N_{P(i)} = N_{PA} + a * (X_{P(i)} - X_{PA}) - o * (Y_{P(i)} - Y_{PA})$$

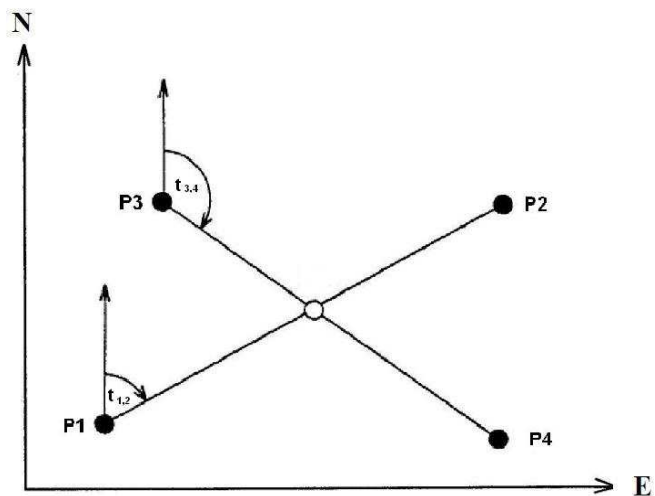
6.8 Geradenschnitt

6.8.1 Berechnung:

1. Möglichkeit

$$\tan t_{1,2} = \frac{E_2 - E_1}{N_2 - N_1}$$

$$\tan t_{3,4} = \frac{E_4 - E_3}{N_4 - N_3}$$



$$N_S = N_3 + \frac{(E_3 - E_1) - (N_3 - N_1) \cdot \tan t_{1,2}}{\tan t_{1,2} - \tan t_{3,4}}$$

$$E_S = E_1 + (N_S - N_1) \cdot \tan t_{1,2}$$

$$E_S = E_3 + (N_S - N_3) \cdot \tan t_{3,4}$$

2. Möglichkeit

$$s_{1,S} = s_{1,3} \cdot \frac{\sin(t_{3,1} - t_{3,4})}{\sin(t_{3,4} - t_{1,2})}$$

$$E_S = E_1 + s_{1,S} \cdot \sin t_{1,2}$$

$$N_S = N_1 + s_{1,S} \cdot \cos t_{1,2}$$

N_x Nordwert Punkt x

E_x Ostwert Punkt x

$t_{x,y}$ Richtungswinkel von Punkt x zu y

$s_{x,y}$ Strecke von Punkt x zu y

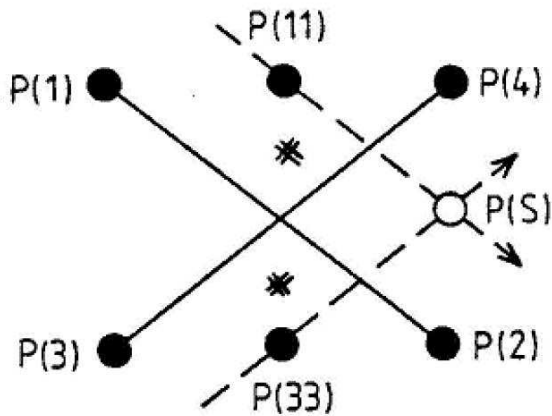
Hinweise:

Grundsätzlich sind schleifende Schnitte zu vermeiden.

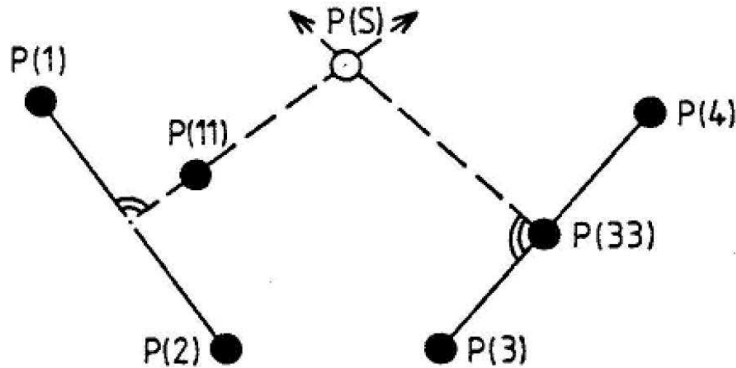
Auf Fehlereinflüsse durch Extremwerte der Funktionen $\tan(100, 300\text{gon})$ und $\sin(0, 200\text{gon})$ ist zu achten.

6.8.2 Sonderfälle

Bei der Verwendung von Schnittfunktionen sind noch einige Sonderfälle möglich. Es kann sowohl mit parallelen als auch mit senkrechten Geraden geschnitten werden. Hier ist neben den Besonderheiten des einfachen Geradenschnittes zu beachten, dass die angebrachten Maßzahlen einer ETRS/UTM32 Streckenreduktion zu unterziehen sind.



Parallelschnitt



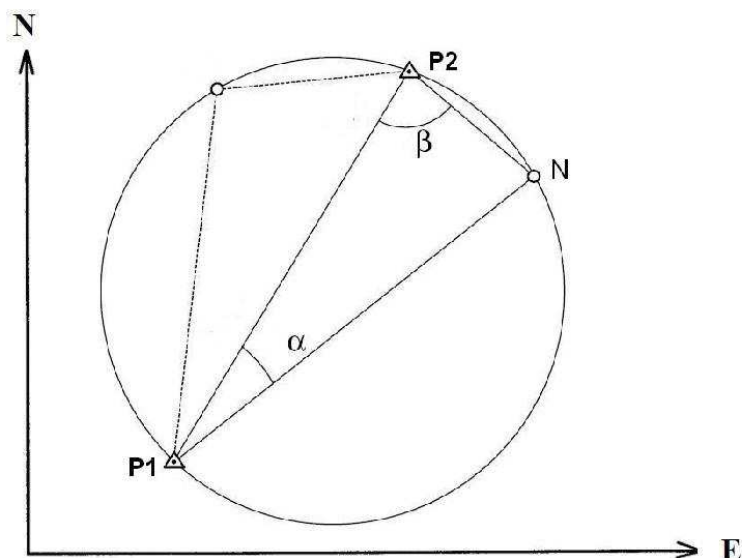
Senkrechtschnitt

6.9 Bogenschlag

Beim Bogenschlag (oder Bogenschnitt) wird der Neupunkt N von zwei bekannten Punkten (P_1, P_2) aus bestimmt, indem die Strecken von P_1 ($S_{1,N}$) und P_2 ($S_{2,N}$) zum Neupunkt gemessen werden. Schleifende Schnitte sind zu vermeiden.

Im Berechnungsbeispiel befindet sich der Neupunkt rechts der Geraden P_1, P_2 .

Des Weiteren ist es wichtig die in der Örtlichkeit gemessenen Maße nach „4. Aufbereitung der Messwerte“ und „5. Reduktionen“ zu korrigieren.



6.9.1 Berechnung:

1. Möglichkeit

$$\alpha = \arccos \frac{S_{1,N}^2 + S_{1,2}^2 - S_{2,N}^2}{2 S_{1,2} \cdot S_{1,N}}$$

$$t_{1,N} = t_{1,2} + \alpha$$

$$E_N = E_1 + S_{1,N} \cdot \sin t_{1,N}$$

$$N_N = N_1 + S_{1,N} \cdot \cos t_{1,N}$$

2. Möglichkeit

$$\beta = \arccos \frac{S_{2,N}^2 + S_{1,2}^2 - S_{1,N}^2}{2 S_{1,2} \cdot S_{2,N}}$$

$$t_{2,N} = t_{1,2} + 200 - \beta$$

$$E_N = E_2 + S_{2,N} \cdot \sin t_{2,N}$$

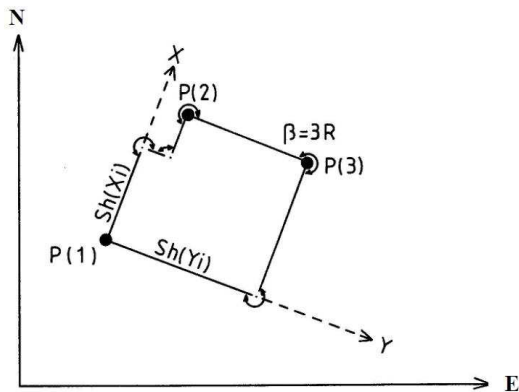
$$N_N = N_2 + S_{2,N} \cdot \cos t_{2,N}$$

Genauigkeit:

$$s_o = \frac{1}{\sin \gamma} * \sqrt{2} * S_{1,2}$$

$$\gamma = 200 \text{ gon} - (\alpha + \beta)$$

6.10 Koordinatenberechnung rechtwinkliger Gebäude



$P(1,2,3)$	Punkte mit bekannten Koordinaten im ETRS/UTM32
$Sh_{(Xi)}$	gemessene horizontale Strecke welche in X-Richtung des lokalen Systems verläuft
$Sh_{(Yi)}$	gemessene horizontale Strecke welche in Y-Richtung des lokalen Systems verläuft
$F_{(X)}$	Streckenfehler in X-Richtung des lokalen Systems
$F_{(Y)}$	Streckenfehler in Y-Richtung des lokalen Systems
$ Sh_{(Xi)} $	Absolutwert $Sh_{(Xi)}$
$ Sh_{(Yi)} $	Absolutwert $Sh_{(Yi)}$

6.10.1 Vergleich der Summen parallel verlaufender Gebäudeseiten

$$F_x = \sum Sh_{(Xi)} \approx 0$$

$$F_y = \sum Sh_{(Yi)} \approx 0$$

6.10.2 Verteilung der Streckenfehler

Dieser erfolgt proportional zur gemessenen Streckenlänge

$$v_{(Xi)} = \frac{-F_x * Sh_{(Xi)}}{\sum |Sh_{(Yi)}|}$$

$$v_{(Yi)} = \frac{-F_y * Sh_{(Yi)}}{\sum |Sh_{(Xi)}|}$$

$$Sv_{(Xi)} = Sh_{(Xi)} + v_{(Yi)}$$

$$Sv_{(Yi)} = Sh_{(Yi)} + v_{(Xi)}$$

6.10.3 Berechnung rechtwinkliger Koordinaten im lokalen System Y, X

$$\begin{aligned} X_1 &= 0 \\ Y_1 &= 0 \end{aligned}$$

$$X_i = X_{i-1} + Sv_{(Xi)}$$

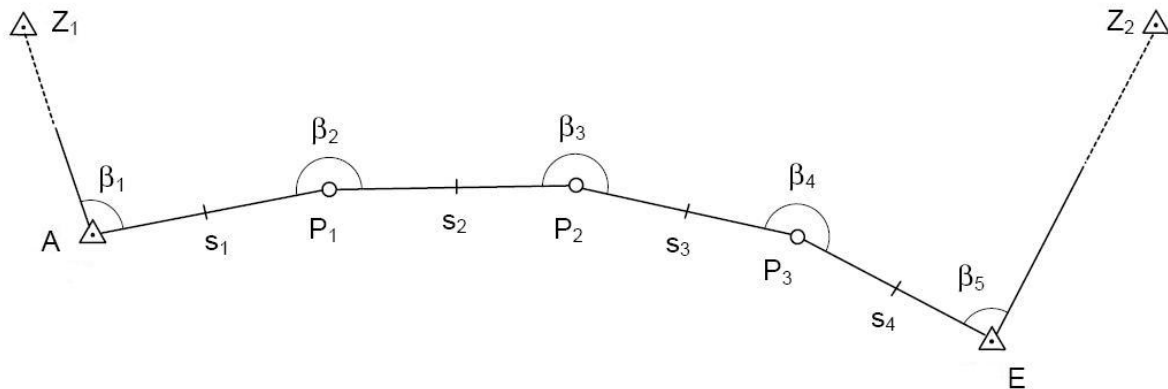
$$Y_i = Y_{i-1} + Sv_{(Yi)}$$

6.10.4 Transformation lokales System in ETRS/UTM32

Siehe „6.1 Vier-Parameter-Transformation“

6.11 Polygonzug

6.11.1 Beschreibung



Polygonzüge dienen der Bestimmung von Aufnahmepunkten (AP), wenn keine GNSS Verfahren angewendet werden können. Sie sollten möglichst gestreckt sein. Die Anzahl der Brechpunkte (Neupunkte) und die geforderten Genauigkeiten sind der ThürVV-Lika Anlage 3 zu entnehmen.

Es ist darauf zu achten, dass die gemessenen Werte nach den Vorgaben von „4. Aufbereitung der Messwerte“ sowie „5. Reduktionen“ aufbereitet werden.

Der Winkelabschlußfehler wird gleichmäßig auf die Brechungswinkel verteilt.

Bei der Verteilung des Lageabschlußfehlers sind 2 Varianten möglich. Es kann eine streckenproportionale Verteilung der Fehler erfolgen oder die Verbesserungen werden mittels einer Vier-Parameter-Transformation angebracht.

6.11.2 Beispiel:

Polygonzug mit 3 Brechpunkten

Punkt	h,r t;s β entn.	Riwi. t Brechwi. β	Strecke s	Probe	$\Delta r = s \cdot \sin t$ R	$\Delta h = s \cdot \cos t$ H	Punkt
-------	--------------------------	-----------------------------	--------------	-------	----------------------------------	----------------------------------	-------

1	2	3	4	5	6	7	
				32666867,444	5611312,730	Z	
A		120,2647					
		249,3635		32667588,340	5611075,178	A	
	+	0,0002		-24,628	26,351	-50,978	
		169,6285	57,386	-24,628	0,000	0,007	
1		203,1850			32667614,691	5611024,207	1
	+	0,0002		-26,673	22,272	-48,945	
		172,8137	53,774	-26,673	0,000	0,007	
2		258,3206			32667636,963	5610975,269	2
	+	0,0002		-99,080	-34,414	-64,666	
		231,1346	73,253	-99,080	0,000	0,009	
3		231,2081			32667602,549	5610910,612	3
	+	0,0002		-116,656	-69,780	-46,875	
		262,3429	84,063	-116,656	0,000	0,010	
E		1,3899			32667532,769	5610863,747	E
	+	0,0002			32667532,769	5610863,747	EK
		63,7331			32667532,768	5610863,714	E unv.
					32667708,602	5610976,371	Z
	Ist	263,7318					
	t EZ	263,7331	Ist			Z	
	v(β)	0,0012	Σv				
	s =	268,476					
	v _l =	0,033			v _l < v _{lzul}		
	v _q =	0,001			v _q < v _{qzul}		
	v _{lzul} =	0,050					
	v _{qzul} =	0,050					

6.12 Flächenberechnung ETRS89/UTM32

6.12.1 Reduktion der Koordinaten

$$Y_i = E_i + E_1$$

E_i Ostwert i. Punkt

E_1 Ostwert 1. Punkt

$$X_i = N_i + N_1$$

N_i Nordwert i. Punkt

N_1 Nordwert 1. Punkt

6.12.2 Flächenberechnung aus Koordinaten

$$F_{\text{UTM}} = \frac{1}{2} * \sum_{i=1}^n (Y_i + Y_{i+1}) * (X_i - X_{i+1})$$

n Anzahl der Punkte

6.12.3 Flächenbegrenzung durch Kreisbögen

Ist die Fläche durch Bögen definiert, so sind die Flächen der Kreissektoren zu berücksichtigen.

r Radius

A Bogenanfang

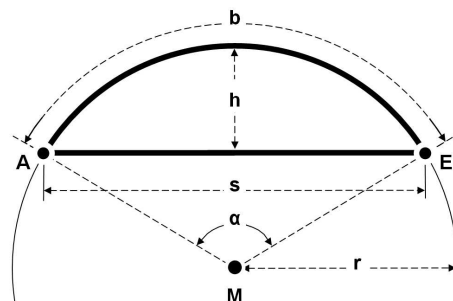
E Bogenende

s Sehne

b Segmentlänge

α Segmentwinkel

h Segmenthöhe/ Pfeilhöhe



$$h = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2}$$

$$\alpha = 2 * \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right)$$

$$b = r * \frac{\alpha * \pi}{200 \text{ gon}}$$

$$F = \frac{r * b}{2} - \frac{s * (r - h)}{2} \quad \text{oder} \quad F = \frac{r^2}{2} * (\alpha - \sin \alpha)$$

6.12.4 Reduktion auf Messungshorizont

Die Flächen, die aus ETRS89/UTM32-Koordinaten berechnet wurden, sind mit folgender Formel zu reduzieren:

$$F_H = \frac{F_{UTM}}{0,9996^2 \cdot \left(1 - \frac{H_{ell}}{R} + \frac{y^2}{2R^2}\right)^2}$$

- F_H Fläche im Messgebietshorizont
 F_{UTM} Fläche aus UTM-Koordinaten berechnet
 H_{ell} mittlere Höhe von F_H über GRS80 (ersatzweise: Höhe NHN + 45 m)
 y Abstand vom Mittelmeridian 9° [km]
 $y = ((E - 32\,500\,000)/1000) / m_0$
 (Abbildungsmaßstab des Mittelmeridians $m_0 = 0,9996$)
 R mittlerer Erdradius = 6383 km bzw. $6,383 \cdot 10^6$ m

Beispiele:

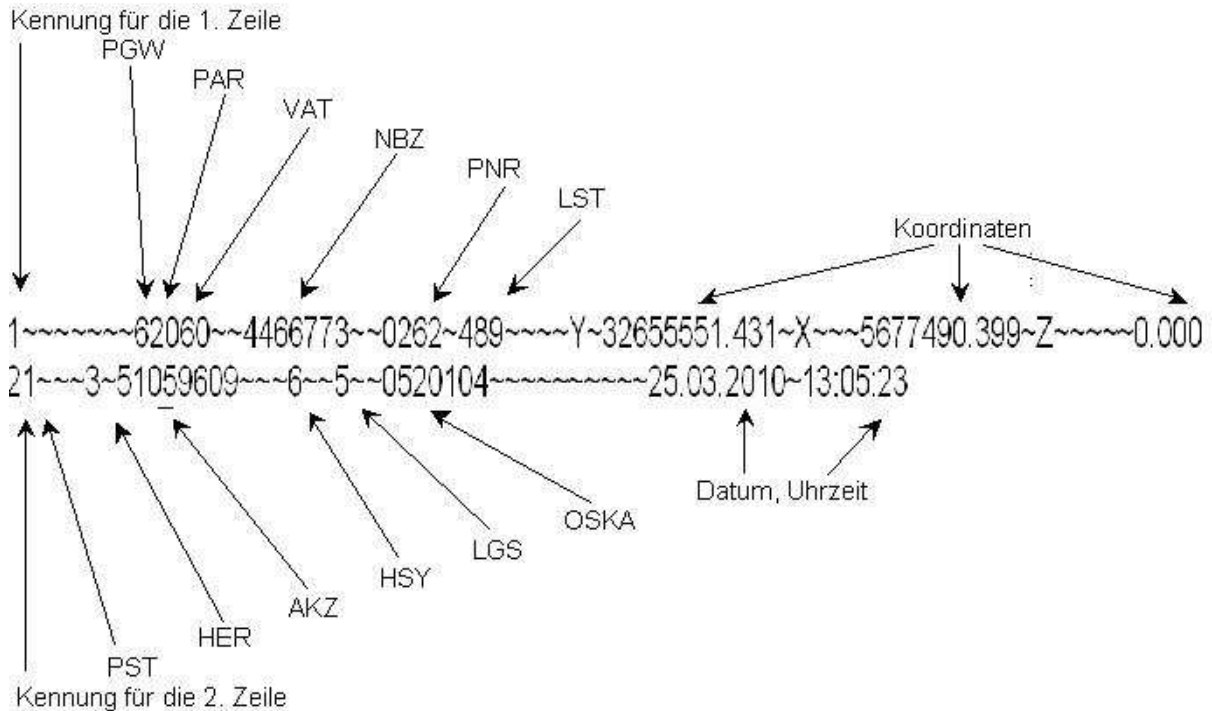
Flächenreduktion von ETRS/UTM in Messungshorizont

Fläche UTM in m ²	Höhe NHN in m	Rechtswert in m	Fläche Mes- sungs- hori- zont in m ²	Höhe GRS80 in m
745,492	175	32614189	745,901	220
1000,000	100	32640000	1000,364	145
1000,000	200	32640000	1000,396	245
1000,000	400	32640000	1000,458	445
1000,000	600	32640000	1000,521	645
1000,000	800	32640000	1000,584	845
1000,000	200	32580000	1000,720	245
1000,000	200	32620000	1000,523	245
1000,000	200	32660000	1000,248	245
1000,000	200	32700000	999,895	245
1000,000	200	32740000	999,463	245

7 Beschreibung der Dateiformate in Thüringen

7.1 Das ASI / ASO - Format in Thüringen aus ThürDAF

Das ASI/ASO-Format ist ein zweizeiliges ASCII-Format, in dem alle Attribute der Vermessungspunktdatei vorkommen.



Die zulässigen Belegungen und deren Bedeutung werden in der ThürVV-Lika erläutert.

Spalte von-bis	Anzahl der Zeichen	Nachkomma-stellen	Bedeutung
1. Zeile			
1	1		Kennung für die 1. Zeile
2-8			Leerzeichen
9	1		PGW = Punktgewicht
10	1		PAR = Punktart
11-13	3		VAT = Vermarktungsart
14-15	2		Leerzeichen
16-22	7		NBZ = Verschlüsselung Nummerierungsbezirk in PD83/GK System mit RRRHHHQ
23-24	2		Leerzeichen
25-28	4		PNR = Punktnummer 4-stellig
29	1		Leerzeichen
30-32	3		LST = Lagestatus
33-36	3		Leerzeichen
37	1		"Y"
38	1		Leerzeichen

Thüringer Formelsammlung für Liegenschaftsvermessungen

39-50	12	3	Ostwert (rechtsbündig)
51	1		Leerzeichen
52	1		"X"
53-55	3		Leerzeichen
56-66	11	3	Nordwert (rechtsbündig)
67	1		Leerzeichen
68	1		"Z"
69-70	2		Leerzeichen
71-78	8	3	*Höhe (rechtsbündig)
2. Zeile			
1	1		Kennung 2 für die 2. Zeile
2	1		PST = Punktstatus
3-5	3		Leerzeichen
6	1		HER = Herkunft
7	1		Leerzeichen
8-15	8		AKZ = Aktenzeichen (linksbündig)
16-18	3		Leerzeichen
19	1		*HSY = Höhensystem, Verschlüsselung
20-21	2		Leerzeichen
22	1		LGS = Verschlüsselung der Genauigkeitsstufe (GST) Lage
23-24	2		Leerzeichen
25-31	7		OSKA-Schlüssel
32-41	10		Leerzeichen
42-60	19		Datum (TT.MM.JJJJ)" "Uhrzeit (hh:mm:ss)

Das Feld 'Höhensystem' und das Feld 'Höhe' müssen im ASI/ASO - Format auch dann belegt werden, wenn dieser Punkt kein REO 'Höhe' besitzt. In diesem Fall wird als Höhe der Wert '0.000' und der jeweils aktuelle Höhenstatus angenommen. Die Abgabe von Höhen regelt die ThürVV-Lika.

Umsetzung HST aus HSY der ASI	
HST = Höhenstatus	HSY = Höhensystem
0 = vorläufig berechnete Höhen	000
3 = Normalorthometrische Höhen im System des DHHN 85 (NN 85)	140
4 = Normalhöhen im System der SNN 76 (HN 76)	150
5 = Normalhöhen im System der SNN 56 (HN 56)	156
6 = Normalhöhen im System des DHHN 92 (NHN 92)	160
7 = Ellipsoidische Höhen	300

7.1.1 Beispiel

Leerzeichen sind mit ~ gekennzeichnet

asi/aso Format

```
1~~~~~62010~4466773~0260~489~~~~Y~32655553.503~X~~~5677500.181~Z~~~~~0.000
21~~~3~51059609~~~6~~5~~0520101~~~~~25.03.2010~13:04:10
1~~~~~62060~4466773~0262~489~~~~Y~32655551.431~X~~~5677490.399~Z~~~~~0.000
21~~~3~51059609~~~6~~5~~0520104~~~~~25.03.2010~13:05:23
1~~~~~52010~v~~~~~4~489~~~~Y~32655552.467~X~~~5677495.290~Z~~~~~0.000
21~~~7~51059609~~~6~~5~~0520101~~~~~21.03.2011~13:08:16
1~~~~~52010~v~~~~~5~489~~~~Y~32655552.881~X~~~5677497.246~Z~~~~~0.000
21~~~7~51059609~~~6~~5~~0520101~~~~~21.03.2011~13:08:29
```

7.2 Die Dateiformate zur Übertragung von Punktreservierungen in Thüringen

Um eine Mehrfachvergabe von Punktnummern zu verhindern wird eine Reservierung in der Punktdatenbank durchgeführt und diese dem Bearbeiter im Aussendienst zur Verfügung gestellt. Hierzu sind in Thüringen zwei zulässige Formate definiert.

Reservierungsdatei-EDS Format

```
EDBS03120287AKND000000~0000ULQA0000000190632~~~~~00042~0~01~26~~~~~ASDLBE0005EQ~
EDBS008200000OTEX000001~0000ULOTEX~0003RESERVIERTE~PUNKTE~4456~4677~0~~~~~30300~30300~
EDBS008200000OTEX000001~0000ULOTEX~0003RESERVIERTE~PUNKTE~4456~4677~0~~~~~30301~30301~
EDBS008200000OTEX000001~0000ULOTEX~0003RESERVIERTE~PUNKTE~4456~4677~0~~~~~30302~30302~
EDBS008200000OTEX000001~0000ULOTEX~0003RESERVIERTE~PUNKTE~4456~4677~0~~~~~30303~30303~
EDBS00240000AEND000000~0000~~~~~
```

Reservierungsdatei-XML Format

```
<?xml~version="1.0"~encoding="UTF-8"?>
<!--R---DSIX~4.71~Z.14~SK~~~~~04-Mar-2011~10:32:36-->
<AX_Reservierungsergebnis
xmlns="http://www.adv-online.de/namespaces/adv/gid/5.1"
~
xmlns:adv="http://www.adv-online.de/namespaces/adv/gid/5.1"
~
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
~
xmlns:wfs="http://www.opengis.net/wfs"
~
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
~
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc"
xsi:schemaLocation="http://www.adv-online.de/namespaces/adv/gid/5.1~NAS-Operationen.xsd">
<erfolgreich>true</erfolgreich>
<antragsnummer>RESI0001</antragsnummer>
<reservierteNummern>44564677030300</reservierteNummern>
<reservierteNummern>44564677030301</reservierteNummern>
<reservierteNummern>44564677030302</reservierteNummern>
<reservierteNummern>44564677030303</reservierteNummern>
<art>1000</art>
</AX_Reservierungsergebnis>
```