

Dokumentation
zur
Tachymeter-Auswertung
mit der
Internetanwendung TAROT-online

Stand: April 2018

Einleitung.....	3
Funktionsumfang des Programms	3
Erfassung von Prüffeldmessungen	3
Dokumentation von Prüffeldauswertungen	3
Verwaltung von Informationen zu Prüffeldeinrichtungen.....	4
Verwendung der Prüffeldergebnisse	4
Anbindung an bestehende Programme	4
Bedienung TAROT-online.....	5
Voraussetzung	5
Webseiten.....	6
Webseite Tachymeterauswertung.....	6
Datenschutzhinweis	7
Berechnungsansätze	8
Grundsätze	8
Aufbereitung der Messwerte	8
Näherungskoordinatenberechnung	8
Ausgleichung der Standpunktsysteme und Koordinatenmittelung	9
Optionale Netzausgleichung	10
Beobachtungsgewichte vor der Ausgleichung	10
Signifikanzprüfung für die Nullpunktkorrektur und die Maßstabsunbekannte.....	11
Optionale Prüfung der Nullpunktkorrektur	13
Formelsammlung.....	14
Korrektur der Distanzen um vorgegebene Korrekturparameter.....	14
Neigungsreduktion der Distanzen	14
Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichungen.....	15
Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichung Distanzen	15
Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichung Richtungen.....	16
Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichung Koordinaten	17
Gewichte und Standardabweichung vor der Ausgleichung	18
Koordinaten bei der Transformation.....	18
Distanzen nach Varianz-Fortpflanzungs-Gesetz	18
Distanzen, Varianzanteile summiert.....	18
Richtungen	18
Bewegliche Anschlusskoordinaten.....	19
Signifikanztest und Statistischer Test.....	19
Signifikanztest	19
Redundanzanteil (Kontrolliertheit).....	19
Normierte Verbesserung	19
Standardabweichung der Gewichtseinheit	20
Dateien und Formate	21

Beobachtungsdatei.....	21
Verfahrensdatei	23
Protokolldatei	26

Einleitung

Zur Prüfung eines in der Liegenschaftsvermessung in Nordrhein-Westfalen verwendeten Tachymeters sind auf einem Tachymeterprüffeld definierte Anschluss- und Kontrollpunkte mit mindestens zwei freien Stationierungen anzumessen. Das Programm berechnet mit Hilfe der Messungen, ausgehend von den Anschlusspunkten, die Koordinaten der Kontrollpunkte und vergleicht die berechneten Koordinaten jeweils einer Stationierung mit vorgegebenen Sollwerten. Liegen die linearen Abweichungen unter dem Grenzwert von einem Zentimeter, wird im Anschluss an das Berechnungsprotokoll ein Prüfzertifikat ausgestellt, dass das untersuchte Instrument für Arbeiten im amtlichen Liegenschaftskataster geeignet ist.

Die Berechnungen erfolgen im Allgemeinen in einem vordefinierten Standardablauf. Um Vergleiche mit anderen instrumenteninternen Programmen oder Office Software zu ermöglichen, sind Variationen des Ablaufs realisiert. Die gewählten Ansätze werden im Protokoll dokumentiert. Eine Zertifizierung erfolgt jedoch nur bei Wahl des Standardablaufes.

Funktionsumfang des Programms

Zum Funktionsumfang des Programms gehören die Erfassung und die Auswertung von Tachymeterprüffeldmessungen sowie die Dokumentation der Ergebnisse.

Die Bearbeitung erfolgt verfahrensorientiert und wird über ein Dialogfenster unterstützt. Nach einer Plausibilitätskontrolle können die Prüffelddaten gespeichert und für die weitere Auswertung verwendet werden.

Erfassung von Prüffeldmessungen

Für die Bearbeitung und Auswertung von Prüffeldmessungen ist die Erfassung von Messungs- und Verwaltungsdaten notwendig. Die Verwaltungsdaten umfassen z. B. Angaben zur Vermessungsstelle, zu den zu prüfenden Instrumenten, das Datum sowie Schalterstellungen und Parameter zur gewünschten Auswertung. Zur manuellen Eingabe in erster Linie der Verwaltungsdaten stehen entsprechende Datenfelder auf der [Internetseite](#) von TAROT-online zur Verfügung.

Die Messungsdaten - Punktnummern, Horizontalwinkel, Zenitwinkel und Distanzen – können neben der manuellen Eingabe über einen automatisierten Datenfluss erfasst werden. Dazu sind sie in einer [Beobachtungsdatei](#) in einem bestimmten Format abzulegen. Die Datei kann ins Programm *importiert* werden.

Nach der vollständigen Erfassung und Auswertung der Daten werden sie in einer [Verfahrensdatei](#) gespeichert, die für weitere Auswertungen erneut *geladen* werden kann.

Dokumentation von Prüffeldauswertungen

Nach erfolgreicher Auswertung wird automatisch ein Prüffeldprotokoll erstellt, welches auf Anforderung angezeigt, gespeichert und ausgedruckt werden kann.

Darin werden die Erfassungsdaten aufgelistet, die einzelnen Auswerteschritte und -ergebnisse detailliert dokumentiert, graphisch aufbereitet und schließlich je nach Wahl der Auswertung für die spätere Verwendung in einem Tachymeter-Prüfzertifikat zusammengefasst.

Verwaltung von Informationen zu Prüffeldeinrichtungen

Für die Überprüfung von Tachymeter stehen in NRW entsprechende Prüffelder zur Verfügung.

Für jede Prüffeldeinrichtung werden folgende Informationen vom Programm intern verwaltet:

- Name der Einrichtung
- Eindeutige Identifikationsnummer
- Lokale Koordinaten zu Anschluss- und Kontrollpunkten

Verwendung der Prüffeldergebnisse

Mit der [Auswertedokumentation](#) erhält der Anwender auch Handlungsempfehlungen für die weitere Verwendung des geprüften Tachymeters, wobei folgende Kriterien als Grundlage dienen:

Das untersuchte Instrument ist für Arbeiten im amtlichen Liegenschaftskataster geeignet, wenn die maximale lineare Abweichung der angemessenen Kontrollpunkte zu ihren Sollwerten nicht über 1 cm liegt.

Anbindung an bestehende Programme

Unabhängig von einem WebBrowser können die Verfahrensdaten auch direkt aus bestehenden Programmen heraus an TAROT-online übergeben und die Ergebnisse unmittelbar entgegengenommen werden.

Dazu ist der URL ein Steuerparameter hinzuzufügen und die Verfahrensdaten (Inhalt der .trt-Datei) 1:1 im Datenstream des Requestobjektes zu übergeben.

Der Steuerparameter lautet TachyDirekt=1.

Beispiel für URL:

<http://asp.bezreg-koeln.nrw.de/TAROT/TarotMain.aspx?TachyDirekt=1>

Als Ergebnis wird normalerweise eine PDF-Datei zurückgeliefert mit dem Contenttype "text/pdf", im Falle eines Fehlers ist dies eine normale Textdatei mit dem Contenttype "text/prt".

Bedienung TAROT-online

Die Internetanwendung ist über den Link

<http://asp.bezreg-koeln.nrw.de/TAROT/TAROTOnline.aspx>

oder die Homepage der Bezirksregierung Köln www.bezreg-koeln.nrw.de aufzurufen (z. B. über das Suchfenster und den Begriff 'TAROT-online')

Auf der Startseite von TAROT-online ist der Menüpunkt **Tachymeterauswertung** auszuwählen und die weitere Bearbeitung in der nun geöffneten [Internetseite](#) vorzunehmen.

Voraussetzung

- Webbrowser: Microsoft Internetexplorer 9, bei anderen Internetbrowsern kann die Funktionsweise beeinträchtigt sein.
- Einstellung bei den Internetoptionen: Cookies zulassen (mindestens für diese Anwendung)
- PDF-Reader zum Lesen und Speichern der Protokoll- bzw. Ergebnisdateien, dieser kann bei Bedarf kostenlos aus dem Internet heruntergeladen werden.

Webseiten

Webseite Tachymeterauswertung

Über diese Seite können die Prüffelddaten erfasst und lokal gespeichert werden. Die Auswertung kann durchgeführt und die Ergebnisse zur weiteren Verwendung angezeigt und heruntergeladen werden. Die Auswertung ist jedoch nur möglich, wenn der Anwender die Nutzungsbedingungen anerkennt

Ich erkenne die Nutzungsbedingungen an

Dateiauswahl

Allgemeine Daten

Prüffeld	Datum der Messung	Wetter
Brühl <input type="button" value="v"/>	24.01.2018	bewölkt
Vermessungsstelle	Beobachter	Auswerter
unbenannt	unbenannt	unbenannt
Instrumententyp	Instrumentennummer	Reflektorbezeichnung
unbenannt	12345	unbenannt

Kommentar

Standardauswertung zur Zertifizierung Diagnoseauswertung

Beobachtungsdaten

Standpunkt	Zielpunkt	Hz	Vz	Distanz
100	6	60.1920	100.1954	84.722
	9	65.5296	100.1953	28.119
	10	250.3642	99.9468	27.132

Startseite
Tachymeter
Laden
Importieren
Speichern
Start
Ergebnis
Neu
Beob. löschen
Dokumentation
Rover
Prüffeldinfos

Die Prüffelddaten sind in die entsprechenden Felder einzutragen. Je nach Einstellung werden die Felder nicht benötigter Informationen grau hinterlegt. Die Inhalte dieser Felder bleiben bei der Auswertung unberücksichtigt. Um bereits erfasste Prüffelddaten zu verwenden, ist die entsprechende **Verfahrensdatei** auf dem lokalen Rechner auszuwählen (Button *Durchsuchen*) und zu laden (Button *Laden*). Bereits anderweitig erfasste bzw. aufbereitete Beobachtungsdaten (ohne Datensatznummerierung) können hinzugeladen werden (Button *Importieren*). Erfasste Prüffelddaten sind möglichst lokal zu sichern (Button *Speichern*). Über den Button *Neu* kann der Inhalt aller Eingabefelder gelöscht werden. Sollen nur die Beobachtungsdaten gelöscht werden, ist der Button *Beob. Löschen* zu betätigen. Soll die Auswertung nicht entsprechend dem Standard durchgeführt werden, so ist der entsprechende Schalter (Checkbox *Individuell*) zu setzen und es sind die gewünschten Auswerteparameter zu wählen bzw. anzugeben.

Beim Programmstart (Button *Start*) werden die in den Eingabefeldern erfassten Daten gelesen und zunächst einer **Plausibilitätskontrolle** unterworfen. Daraus resultierende Fehlermeldungen werden in einem temporär sichtbaren Fenster oben rechts protokolliert und zusätzlich die Daten in den betroffenen Eingabefeldern rot markiert. Nach erfolgreicher Auswertung können die Ergebnisse über den Button *Ergebnis* angezeigt bzw. heruntergeladen werden.

Datenschutzhinweis

Sämtliche vom Anwender erfassten Daten werden nur zum Zwecke der jeweils aktuellen Prüffeldauswertung verwendet. Temporär zwischengespeicherte Dateien werden direkt nach Verwendung bzw. spätestens nach 3 Tagen gelöscht.

Berechnungsansätze

Grundsätze

Die Berechnungen erfolgen im Allgemeinen in einem vordefinierten Standardablauf. Darüber hinaus sind für Diagnoseberechnungen **Variationen** des Ablaufs realisiert. Die gewählten Ansätze werden im **Berechnungsprotokoll** dokumentiert.

Aufbereitung der Messwerte

Die **Messwerte** Horizontalrichtung h_z und Zenitwinkel z werden als instrumentenfehlerfrei angenommen. Die eingegebenen Schrägdistanzen D_s sollten meteorologisch und im Allgemeinen um die Instrumentenfehler korrigiert sein. Falls gewünscht werden jedoch (**nicht Standard**) an die Schrägdistanzen die **Nullpunktkorrektur und / oder die Maßstabskorrektur** angebracht. Mit Hilfe der eingegebenen Zenitwinkel werden sie **horizontiert** (neigungsreduziert). Instrumentenhöhen werden nicht berücksichtigt, es wird eine achsidentische bzw. koaxiale Messung voraus gesetzt.

Treten unter einer Standpunktregistrierung Zielpunkte doppelt auf, werden die Horizontalrichtungen und die Distanzen nach der Horizontierung gemittelt. Bei den Richtungen h_z werden Messungen in der zweiten Fernrohrlage erkannt, wenn die Differenz zur ersten Messung zwischen 199 und 201^{gon} beträgt. In diesem Fall wird mit $h_z \pm 200^{\text{gon}}$ gemittelt. Bei einer Differenz zwischen 0 und 1^{gon} oder 399 und 401^{gon} wird h_z unverändert zur Mittelung herangezogen. Bei Differenzen außerhalb der angegebenen Bereiche wird eine Warnung ausgegeben. Darüber hinaus wird keine Reduktion der Horizontalrichtungen vorgenommen, Teilkreisverdrehungen werden somit nicht berücksichtigt. Dreifach- und mehr Registrierungen zum gleichen Zielpunkt werden nicht berücksichtigt.

Im Weiteren werden nur die (gemittelten) Horizontalrichtungen und horizontierten Distanzen D_h ohne weitere Reduktionen ausgewertet.

Näherungskordinatenberechnung

Um Näherungskordinaten für die späteren Ausgleichungen zu bestimmen, wird für jede Standpunktregistrierung ein örtliches Standpunkt-Koordinatensystem angelegt. Koordinatennullpunkt ist der Standpunkt, x-Achse die Nullrichtung des Teilkreises. In jedem Standpunktsystem werden die angemessenen Punkte polar koordiniert.

Die Einpassung in die Anschlusspunkte erfolgt über eine zweidimensionale Helmert-Transformation (Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate). Standardmäßig werden drei Parameter - zwei Translationen und ein Drehwinkel - bestimmt. Ist die Option "Berechnen der Maßstabskorrektur" eingeschaltet, wird als vierter Parameter der Maßstab bestimmt.

Nach der Berechnung der Transformationsparameter mit Hilfe der örtlichen Koordinaten im Standpunktsystem und der Sollkoordinaten der Anschlusspunkte werden die übrigen

angemessenen Punkte in das Sollkoordinatensystem umgeformt. Eine Restklaffenverteilung wird nicht durchgeführt.

Auf die anschließende standardmäßige Ausgleichung der Standpunktsysteme **kann verzichtet werden**. Dann bleiben die Koordinaten der Kontrollpunkte aus den Transformationen erhalten und werden gleichgewichtet gemittelt, um den **Vergleich mit den Sollkoordinaten** durchzuführen.

Statt der Residuen der Beobachtungen werden in diesem Fall die Residuen der Koordinaten (negative Restklaffungen) in den Anschlusspunkten aufgeführt.

Ausgleichung der Standpunktsysteme und Koordinatenmittelung

Im **Standardablauf** werden die einzelnen Standpunkte durch eine angeschlossene Ausgleichung vermittelnder Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate koordiniert. Die Koordinaten der Kontrollpunkte werden mit den vom gleichen Standpunkt aufgenommenen Beobachtungen im selben Ausgleichungsansatz berechnet.

Optional kann neben den Koordinaten des Standpunktes und der Kontrollpunkte sowie einer Orientierungsunbekannten eine Nullpunktkorrektur als zusätzliche **Unbekannte** bestimmt werden oder auch fest vorgegeben werden, auch mit Null. Ebenfalls optional kann eine Unbekannte für die Maßstabskorrektur eingeführt werden.

Auch eine "weiche" Lagerung der Ausgleichung ist möglich. Dabei werden die Koordinaten der Anschlusspunkte als Ausgleichungsunbekannte eingeführt. Zur Stabilisierung des Standpunktsystems werden "**Beobachtungsgleichungen**" mit den fest vorgegebenen ("beweglichen") Anschlusskoordinaten aufgestellt. Das Gewicht der Beobachtungsgleichungen ergibt sich aus der eingegebenen Standardabweichung für die Koordinaten.

Wegen der Linearisierung der Beobachtungsgleichungen werden das Aufstellen der **Beobachtungsgleichungen**, das Aufstellen der Normalgleichungen, die Lösung und Inversion der Normalgleichungen sowie das Anbringen der Zuschläge an die Unbekannten iterativ durchgeführt. Die Iteration wird beendet, wenn die **Einflüsse** aller Ausgleichungsunbekannten auf die Residuen (Verbesserungen) aller beteiligten Distanzen unter 0.01 mm bleiben. Eine eventuelle nicht konvergente Ausgleichung wird nach 100 internen Iterationsschritten unter Ausgabe einer Fehlermeldung abgebrochen.

Die verwendeten Beobachtungen werden dokumentiert. Die Beobachtungen zu den Anschlusspunkten werden mit ihren Standardabweichungen und Residuen gelistet. Sie werden dem **statistischen Test** nach Baarda unterzogen. Gibt es Beobachtungen mit Normierten Verbesserungen (NV) größer 2.0 wird die Beobachtung mit der größten NV ausgewiesen.

Die Koordinaten der Kontrollpunkte werden nach der Ausgleichung der Standpunktsysteme gleichgewichtet gemittelt. Mit diesen erzielten Werten wird der **Vergleich mit den Sollkoordinaten** durchgeführt.

Optionale Netzausgleichung

Statt der standardmäßigen Ausgleichung der Standpunktsysteme kann eine gemeinsame **Netzausgleichung** gewählt werden. In diesem Fall werden alle in dem Prüfverfahren aufgenommenen (gemittelten) Richtungen und Distanzen zu einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate herangezogen.

Unbekannte sind die Koordinaten der Standpunkte und der Kontrollpunkte sowie die Orientierungsunbekannten. Nullpunktkorrektur (Standard: mit) und Maßstabsunbekannte (Standard: ohne) können ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Auch hier ist eine "weiche" Lagerung der Ausgleichung möglich. Dabei werden die Koordinaten der Anschlusspunkte als Ausgleichungsunbekannte eingeführt. Zur Stabilisierung des Netzes werden "**Beobachtungsgleichungen**" mit den fest vorgegebenen ("beweglichen") Anschlusskoordinaten aufgestellt. Das Gewicht der Beobachtungsgleichungen ergibt sich aus der eingegebenen Standardabweichung für die Koordinaten.

Wegen der Linearisierung der **Beobachtungsgleichungen** werden das Aufstellen der Beobachtungsgleichungen, das Aufstellen der Normalgleichungen, die Lösung und Inversion der Normalgleichungen sowie das Anbringen der Zuschläge an die Unbekannten iterativ durchgeführt. Die Iteration wird beendet, wenn die **Einflüsse** aller Ausgleichungsunbekannten auf die Residuen (Verbesserungen) aller beteiligten Distanzen unter 0.01 mm bleiben. Eine eventuelle nicht konvergente Ausgleichung wird nach 100 internen Iterationsschritten unter Ausgabe einer Fehlermeldung abgebrochen.

Die verwendeten Beobachtungen werden dokumentiert. Die Beobachtungen zu den Anschlusspunkten werden mit ihren Standardabweichungen und Residuen gelistet. Sie werden dem **statistischen Test** nach Baarda unterzogen. Gibt es Beobachtungen mit Normierten Verbesserungen (NV) größer 2.0 wird die Beobachtung mit der größten NV ausgewiesen.

Für den **Vergleich mit den Sollkoordinaten** werden die ausgeglichenen Koordinaten der Kontrollpunkte verwendet.

Beobachtungsgewichte vor der Ausgleichung

Die **Gewichte der Beobachtungen** in allen Ausgleichungen, also der Ausgleichung der Standpunktsysteme und des Netzes, aber auch beim Transformationsansatz, leiten sich aus den Reziproken der Varianzen (Quadrate der Standardabweichungen) ab.

Um bei der Ausgleichung der Standpunktsysteme bzw. des Netzes die unterschiedlichen Ansätze der instrumenteninternen Programme und der Office Software abbilden zu können, sind **Variationen** vorgesehen:

Die **Standardabweichung einer Distanz** setzt sich zusammen aus einem konstanten Anteil (Zentrier- und Instrumentenungenauigkeit) und einem distanzabhängigen Anteil, die nach dem Varianz-Fortpflanzungs-Gesetz summiert werden.

Bei den **Richtungen** werden eine vorgegebene Richtungsabweichung und der Einfluss eines **Zentrierfehlers** nach dem Varianz-Fortpflanzungs-Gesetz summiert. Der Einfluss des Zentrierfehlers (metrische Angabe) wird mit zunehmender Stand-Zielpunkt-Entfernung geringer.

Um eine Gewichtung sicherzustellen, ist mindestens der Zentrierfehler größer 0 anzugeben.

Die Gewichtsansätze können nach den Ausgleichungen mit Hilfe der ausgewiesenen Signifikanzen der beiden Beobachtungsgruppen überprüft werden. Eine Varianzkomponentenschätzung findet jedoch nicht statt.

Für "bewegliche" Anschlusskoordinaten ist die Standardabweichung einzugeben.

Für die Standardauswertung wird a priori die Standardabweichung der Richtungen mit 0 gon, der Zentrierfehler mit 2 mm, der konstante Anteil der Instrumentenungenauigkeit der Distanzen mit 0 mm und der distanzabhängige Fehleranteil der Distanzen mit 0 ppm angenommen.

Bei der Transformation wird als **Standardabweichung für alle y- und alle x-Werte** der konstante Anteil für die Standardabweichung der Distanzen bzw. der Zentrierfehler der Richtungen eingesetzt. Sind für beide unterschiedliche Werte vorgegeben worden, wird das geometrische Mittel verwendet.

Signifikanzprüfung für die Nullpunktkorrektur und die Maßstabsunbekannte

Beim ausschließlichen Transformationsansatz kann die Bestimmung einer Maßstabsunbekannten je Standpunktsystem gewählt werden, bei der Ausgleichung der Standpunktsysteme sind die Nullpunktkorrektur und / oder die Maßstabsunbekannte je Standpunktsystem zu bestimmen, bei der Netzausgleichung können Nullpunktkorrektur und / oder Maßstabsunbekannte aus dem Netz ermittelt werden. Die so bestimmten Modellparameter werden einer **Signifikanzprüfung** unterzogen. Dazu wird das Verhältnis des Wertes selber mit seiner Signifikanz nach der Ausgleichung (berechnet mit der Standardabweichung der Gewichtseinheit) quadriert. Das Ergebnis wird mit dem Fraktile der Fisher-Verteilung verglichen.

Unterschreitet der Testwert das Fraktile, wird der Wert als nicht signifikant ausgewiesen. In diesem Fall sollte die Auswertung ohne Berücksichtigung des Parameters wiederholt werden.

Sollen in der Ausgleichung sowohl die Nullpunktkorrektur als auch die Maßstabsunbekannte ermittelt werden, kann ein nicht signifikanter Parameter Einfluss auf die Signifikanz des anderen Wertes haben. Werden beide als nicht signifikant ausgewiesen, sollte zunächst nur der Parameter mit dem kleinsten Testwert ausgeschlossen werden.

Für das hier verwendete Fraktile wird das Signifikanzniveau α von 5 % ($1 - \alpha = 95$ %) gewählt. Da es stets nur für einen Wert ermittelt wird, entspricht es dem Quadrat des Schwellenwertes des Studentischen Testes. Die Fraktile sind der Tabelle www-hm.ma.tum.de/bwst/Formeln/F-Verteilung.pdf entnommen, in der die Werte auf maximal zwei Nachkommastellen angegeben sind. Zudem weist die Tabelle ab Redundanzen größer 20 größere Lücken auf. Interpolationen sind nicht möglich, es wird stets der kleinere Wert angesetzt.

Optionale Prüfung der Nullpunktkorrektion

Ist die richtige Berücksichtigung der Nullpunktkorrektion im Instrument fraglich, kann sie in einem besonderen Ansatz "Prüfung der Nullpunktkorrektion" überprüft werden. Beim Setzen des entsprechenden Schalters in der Programmoberfläche wird automatisch auf "Netzausgleich", "Nullpunktkorrektion berechnen" und "Maßstabskorrektion nicht berücksichtigen" geschaltet. Alsdann werden alle Anschluss- und Kontrollpunkte des Prüffeldes mit den bekannten Koordinaten als Anschlusspunkte angehalten, um so ein signifikanteres Ergebnis für die Korrektion zu erhalten. Als Ergebnisse im Protokoll werden der Wert der Nullpunktkorrektion, seine Standardabweichung und die Klassifizierung, ob signifikant oder nicht, ausgegeben. Die Beobachtungen und die Fehlerrechnung werden wie sonst gelistet. Der Abschnitt "Ergebnisse zu den Kontrollpunkten" entfällt verständlicherweise. Es wird kein Prüfzertifikat erzeugt.

Formelsammlung

Korrektion der Distanzen um vorgegebene Korrekionsparameter

$$S_{\text{korr}} = S_{\text{ein}} + K_{10} + S_{\text{ein}} \cdot K_{20}$$

- S_{korr} : korrigierte Distanz (m)
- S_{ein} : eingegebene Schrägdistanz (m)
- K_{10} : vorgegebene Nullpunktkorrektion (m)
(soweit vorab anzubringen)
- K_{20} : vorgegebener Parameter für die Maßstabskorrektion (m/m)
(soweit vorab anzubringen)

Neigungsreduktion der Distanzen

$$S_{\text{hor}} = S_{\text{korr}} \cdot \sin(z)$$

- S_{hor} : neigungsreduzierte (horizontierte) Distanz (m)
- S_{korr} : (korrigierte) Schrägdistanz (m)
- z : Zenitwinkel (gon)

Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichungen

Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichung Distanzen

$$\begin{aligned} \mathbf{Fs}_i &= \mathbf{dy}_{si} \cdot (-\Delta y_{i0} / s_{iKoor0}) \\ &+ \mathbf{dx}_{si} \cdot (-\Delta x_{i0} / s_{iKoor0}) \\ &+ \mathbf{dy}_{zi} \cdot (\Delta y_{i0} / s_{iKoor0}) \\ &+ \mathbf{dx}_{zi} \cdot (\Delta x_{i0} / s_{iKoor0}) \\ &+ \mathbf{dK}_{10} \cdot (-1) \\ &+ \mathbf{dK}_{20} \cdot (-s_{iKoor0}) \end{aligned}$$

$$\mathbf{es}_i = \mathbf{Fs}_i + s_{iSol10} - s_{iIst}$$

$$s_{iSol10} = s_{iKoor0} - K_{100} - K_{200} \cdot s_{iKoor0}$$

$$s_{iKoor0} = (\Delta x_{i0}^2 + \Delta y_{i0}^2)^{1/2}$$

$$\Delta x_{i0} = x_{zi0} - x_{si0}$$

$$\Delta y_{i0} = y_{zi0} - y_{si0}$$

- \mathbf{Fs}_i : Einfluß der Unbekannten auf \mathbf{es}_i (m)
 \mathbf{es}_i : Residue (Verbesserung) von s_{iIst} (m)
 s_{iIst} : eingegebene und reduzierte Distanz (m)
 s_{iSol10} : Distanz nach jeder Ausgleichungsiteration (m)
 s_{iKoor0} : Distanz aus (Näherungs-)Koordinaten (m)
 K_{10} : Nullpunktkorrektur (m)
(soweit gewünscht)
 K_{20} : Maßstabsunbekannte
(soweit gewünscht)
 $d..$: Zuschlag zu Näherungswert, Ausgleichungsunbekannte
 $..0$: Näherungswert
 $x., y.$: Koordinaten (m)
 $.s$: ... des Standpunktes
 $.z$: ... des Zielpunktes

Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichung Richtungen

$$\begin{aligned}
 Fr_i &= dy_{si} \cdot (-\Delta x_{i0} / s_{iKoor0}^2) \cdot \rho \\
 &+ dx_{si} \cdot (\Delta y_{i0} / s_{iKoor0}^2) \cdot \rho \\
 &+ dy_{zi} \cdot (\Delta x_{i0} / s_{iKoor0}^2) \cdot \rho \\
 &+ dx_{zi} \cdot (-\Delta y_{i0} / s_{iKoor0}^2) \cdot \rho \\
 &+ do_j \cdot (-1)
 \end{aligned}$$

$$er_i = Fr_i + r_{iSol10} - r_{iIst}$$

$$r_{iSol10} = r_{iKoor0} - o_j$$

$$r_{iKoor0} = \arctan (\Delta y_{i0} / \Delta x_{i0}) \cdot \rho$$

$$s_{iKoor0} = (\Delta x_{i0}^2 + \Delta y_{i0}^2)^{1/2}$$

$$\Delta x_{i0} = x_{zi0} - x_{si0}$$

$$\Delta y_{i0} = y_{zi0} - y_{si0}$$

Fr_i : Einfluß der Unbekannten auf er_i (gon)
er_i : Residue (Verbesserung) von r_{iIst} (gon)
r_{iIst} : eingegebene Richtung (gon)
r_{iSol10} : Richtung nach jeder Ausgleichungsiteration (gon)
r_{iKoor0} : Richtungswinkel aus (Näherungs-)Koordinaten (gon)
s_{iKoor0} : Distanz aus (Näherungs-)Koordinaten (m)
o_j : Orientierung des Richtungssatzes j (gon)
d.. : Zuschlag zu Näherungswert, Ausgleichungsunbekannte
..0 : Näherungswert
x., y. : Koordinaten (m)
.s : ... des Standpunktes
.z : ... des Zielpunktes
.j : ... des Richtungssatzes
ρ : 63.66197... (gon)

Einfluss der Unbekannten und Beobachtungsgleichung Koordinaten

$$\mathbf{Fy}_i = \mathbf{dy}_i$$

$$\mathbf{Fx}_i = \mathbf{dx}_i$$

$$\mathbf{ey}_i = \mathbf{Fy}_i + \mathbf{Y}_{i\text{sol10}} - \mathbf{Y}_{i\text{Ist}}$$

$$\mathbf{ex}_i = \mathbf{Fx}_i + \mathbf{x}_{i\text{sol10}} - \mathbf{x}_{i\text{Ist}}$$

\mathbf{Fy}_i : Einfluß der Unbekannten auf \mathbf{ey}_i (m)
 \mathbf{Fx}_i : Einfluß der Unbekannten auf \mathbf{ex}_i (m)
 \mathbf{ey}_i : Residue (Verbesserung) von $\mathbf{y}_{i\text{Ist}}$ (m)
 \mathbf{ex}_i : Residue (Verbesserung) von $\mathbf{x}_{i\text{Ist}}$ (m)
 $\mathbf{Y}_{i\text{Ist}}$: festgelegter y-Wert (m)
 $\mathbf{x}_{i\text{Ist}}$: festgelegter x-Wert (m)
 $\mathbf{Y}_{i\text{sol10}}$: y-Wert nach jeder Ausgleichungsiteration (m)
 $\mathbf{x}_{i\text{sol10}}$: x-Wert nach jeder Ausgleichungsiteration (m)
 $\mathbf{d..}$: Zuschlag zu Näherungswert, Ausgleichungsunbekannte
 $\mathbf{..0}$: Näherungswert

Gewichte und Standardabweichung vor der Ausgleichung

$$p = 1 / \sigma^2$$

- p : Gewicht der Beobachtung vor der Ausgleichung
 σ : Standardabweichung vor der Ausgleichung
 1 : Erwartungswert des Gewichtseinheitsfehlers

Koordinaten bei der Transformation

$$\sigma_y = \sigma_x = (\sigma_{sk} \cdot \sigma_{ze})^{1/2}$$

- $\sigma_y = \sigma_x$: Standardabweichung der Koordinaten (m)
 σ_{sk} : vorgegebener konstanter Fehleranteil (m)
 σ_{ze} : Zentrierfehler (m)

Distanzen nach Varianz-Fortpflanzungs-Gesetz

$$\sigma_s = (\sigma_{sk}^2 + \sigma_{s1}^2 \cdot s^2)^{1/2}$$

- σ_s : Standardabweichung der Distanz v. d. A. (m)
 σ_{sk} : vorgegebener konstanter Fehleranteil (m)
 σ_{s1} : vorgegebener linearer Fehleranteil
 s : Stand-Zielpunkt-Entfernung aus Näherungskoordinaten

Distanzen, Varianzanteile summiert

$$\sigma_s = \sigma_{sk} + \sigma_{s2} \cdot s$$

- σ_s : Standardabweichung der Distanz v. d. A. (m)
 σ_{sk} : vorgegebener konstanter Fehleranteil (m)
 σ_{s1} : vorgegebener linearer Fehleranteil
 s : Stand-Zielpunkt-Entfernung aus Näherungskoordinaten

Richtungen

$$\sigma_r = (\sigma_{re}^2 + e_z^2)^{1/2}$$

$$e_z = \sigma_{ze} \cdot \rho / s$$

- σ_r : Standardabweichung der Richtung v. d. A. (gon)
 σ_{re} : vorgegebene Standardabweichung der Richtung (gon)
 e_z : Einfluß des Zentrierfehlers (gon)
 σ_{ze} : Zentrierfehler (m)
 s : Stand-Zielpunkt-Entfernung aus Näherungskoordinaten
 ρ : 63.66197... (gon)

Bewegliche Anschlusskoordinaten

$$\sigma_y = \sigma_x = \sigma_{yx}$$

$\sigma_y = \sigma_x$: Standardabweichung der beweglichen Anschlusskoordinaten (m)

σ_{yx} : vorgegebene Standardabweichung der Koordinaten (m)

Signifikanztest und Statistischer Test

Signifikanztest

$$T = ((a - a_0) / (s_0 \cdot s_a))^2$$

T : Testgröße

a : zu testender Wert

a_0 : Vergleichswert zu a
= 0 (Nullhypothese) beim Test der Nullpunktkorrektur und der Maßstabsunbekannten

s_0 : Standardabweichung der Gewichtseinheit

s_a : Standardabweichung von a aus der Ausgleichung

Redundanzanteil (Kontrolliertheit)

$$QP_{ii} = 1 - p_{ii} \cdot QN_{ii}$$

QP_{ii} : Redundanzanteil der Beobachtung i

p_{ii} : Gewicht der Beobachtung i vor der Ausgleichung

QN_{ii} : Gewichtsreziproke der Beobachtung i nach der Ausgleichung

Normierte Verbesserung

$$NV_i = s_0 \cdot |e_i| \cdot (p_{ii} / QP_{ii})^{1/2}$$

NV_i : normierte Verbesserung der Beobachtung i

s_0 : Signifikanz der Gewichtseinheit

e_i : Residue (Verbesserung) der Beobachtung i

p_{ii} : Gewicht der Beobachtung i vor der Ausgleichung

QP_{ii} : Redundanzanteil der Beobachtung i

Standardabweichung der Gewichtseinheit

$$s_0 = ([epe] / n - u)^{1/2}$$

- s_0 : Standardabweichung der Gewichtseinheit
- [epe] : Summe der gewichteten Residuen
(= "Summe pvv" → Minimum = Ausgleichungsziel)
- n : Anzahl der Beobachtungen
- u : Anzahl der Unbekannten

Dateien und Formate

Beobachtungsdatei

Für den automatisierten Datenfluss vom Tachymeter ins Programm sind die Beobachtungsdaten in einer Datei in einem bestimmten Format abzulegen. Die Datei kann ins Programm importiert und in eine Verfahrensdatei umgesetzt werden.

In den Datensätzen der Beobachtungsdaten sind einem Datenfeld nicht bestimmte Spalten zugeordnet, sondern die Datenfelder sind durch mindestens ein Semikolon (;) voneinander zu trennen.

Für jeden Standpunkt ist ein Datensatz mit der Schlüsselzahl '10' anzulegen. Einem Standpunktdatensatz folgen unmittelbar die Zielungen. Dabei ist für jeden angemessenen Punkt ein Datensatz mit der Schlüsselzahl '20' anzulegen.

Die [Verwaltungsdaten](#) zur Ausstellung des Prüfsertifikats werden vom Prüfprogramm im Dialog erfasst.

Struktur des Datensatzes Standpunkt

Datenfeld	Bedeutung	Typ
1	Schlüsselzahl	Kennung '10'
2	Punktbezeichnung Standpunkt	Zeichenkette

Struktur des Datensatzes Zielung

Datenfeld	Bedeutung	Typ
1	Schlüsselzahl	Kennung '20'
2	Punktbezeichnung Zielpunkt	Zeichenkette
3	Horizontalrichtung (gon)	reell
4	Zenitwinkel (gon)	reell
5	korrigierte Schrägdistanz (m)	reell

Ist das Datenfeld Zenitwinkel nicht oder mit 100. oder 0. belegt, wird eine (korrigierte) horizontierte Distanz angenommen.

Beispiel:

```
10;3001
20;5;266.3353;99.8038;264.903
20;1;213.7023;99.7932;352.131
20;2;205.3974;99.7714;401.779
20;4;203.0192;99.7598;419.623
20;3;196.1901;99.7688;356.228
20;8;77.8130;100.0309;343.791
20;7;18.9295;100.0540;322.910
```

20;11;169.1265;98.5837;18.275
20;10;353.8873;99.4904;36.935
20;6;356.6176;99.9137;93.627
10;3002
20;6;310.5972;99.9244;88.648
20;10;307.2446;99.4459;31.969
20;11;120.9670;98.9417;23.202
20;7;373.8276;100.0600;320.029
20;8;32.7817;100.0356;345.303
20;3;149.7897;99.7767;360.374
20;4;156.6258;99.7667;423.451
20;2;158.9605;99.7785;405.485
20;1;167.1120;99.7979;355.374
20;5;219.2350;99.8071;264.345

Anmerkungen

Das hier definierte Format ist angelehnt an die ELTKAT-Eingabedatei im Datenfluss vom ZEISS-ELTA2 über den Datenumsetzer DAC100 in das Programmsystem KATRIN bei den Bezirksregierungen in Nordrhein-Westfalen. Es wurde auf die Schlüsselzahlen 10 und 20 reduziert. Auf die Angaben zum Nummerierungsbezirk kann wegen der örtlichen Punktbezeichnungen im Prüffeld verzichtet werden. Aus gleichem Grund werden aber alphanumerische Punktbezeichnungen erlaubt. Eine Nullpunktkorrektur im Datensatz Standpunkt wird nicht ausgewertet. Die Instrumenten- und Zieltafelhöhen brauchen nicht erfasst zu werden (Koaxialmessungen).

Im Allgemeinen wird das hier beschriebene Messdatenformat nicht direkt aus dem Tachymeter erzeugt werden können. Hilfreich sind Umsetzer, die zumindest die drei Messwerte in einem Datensatz liefern. Im Folgenden werden einige Möglichkeiten gelistet:

Für Daten aus TRIMBLE-Tachymetern können mit entsprechender Software, z. B. dem TRIMBLE Geomatic Office, benutzerspezifische Formate definiert werden. Wird eine so erzeugte Formatdatei auf das Instrument übertragen, ist für die Messdatenausgabe im gewünschten Format beim Export lediglich diese Formatdatei zu wählen. Die Daten können auch mit dem TRIMBLE Geomatic Office eingelesen und über das benutzerspezifisch zu definierende Format ausgegeben werden.

Für Daten aus LEICA-Tachymetern können mit entsprechender Software, hier z. B. dem LEICA GEO Office, benutzerspezifische Formate definiert werden. Wird eine so erzeugte Formatdatei auf das Instrument übertragen, ist für die Messdatenausgabe im gewünschten Format beim Export lediglich diese Formatdatei zu wählen. Die Daten können auch mit dem LEICA GEO Office eingelesen und über das benutzerspezifisch zu definierende Format ausgegeben werden.

Die Nutzer von KIVID (Burg Software & Service, Eltville) verfügen über KIVID Reg-Stp. Dieses liest Tachymeterdateien unterschiedlicher Hersteller. Es ermöglicht die Erstellung entsprechender Messdatensätze durch verschiedene Ausgänge: als sogenannte Stapeldatei in das Auswertungsprogramm KIVID, als Messdatei nach GEOgraf (HHK) oder als Eingabedatei im benutzerspezifischen Datenformat in das Programm KAFKA-C (RWTH Aachen, HHK).

Zum Lieferumfang des Programms GEOgraf (HHK) zählt ebenfalls das Umsetzprogramm KIVID Reg-Stp.

Eine weitere Möglichkeit wäre, die Messdaten (aus verschiedenen Tachymetern) mit dem Programm AMKA (Systemanalyse im Vermessungswesen, Wolfgang Ernst, SAWE) umzusetzen.

Für die Anwender von Geo8 (Geosoft Vermessungssysteme, Geldern) steht eine Schnittstelle für TAROT zur Verfügung, die auch in Geo8 erfasste Verwaltungsdaten übergibt.

Verfahrensdatei

In der Verfahrensdatei werden die verfahrensbezogenen Daten zu einem bestimmten Prüffeldverfahren abgelegt. Die Struktur entspricht der MS-Windows Initialisierungsdatei.

In der folgenden Auflistung ist in Klammern jeweils die Schlüsselbezeichnung für den Eintrag in die Verfahrensdatei angegeben, und dahinter, jeweils getrennt durch ein Semikolon, der Wertetyp (T), die maximale Länge (mL) des möglichen Wertes (soweit eingeschränkt) sowie der voreingestellte Standardwert.

Folgende Wertetypen sind jeweils zulässig: Zf=Zeichenfolge, D=Datum, N=Ganzzahl, F=Fließkommazahl, V=variabler Typ

Allgemeine Informationen zur Prüffeldmessung (Rubrik: [TAROT]):

- Versionskennung der Verfahrensdatei (Version; Zf; 8; 20180404)
- Angaben zum Auftraggeber wie
Vermessungsstelle (Stelle; Zf; 30; ““““)
Beobachter (Beobachter; Zf; 20; ““““)
Auswerter (Auswerter; Zf; 20; ““““)
- Angaben zum Instrument wie
Instrumententyp (TypInstr; Zf; 30; ““““)
Instrumentennummer (NrInstr; Zf; 20; ““““)
Angabe zum verwendeten Reflektor (Reflektor; Zf; 30; ““““)
- Angabe zu den Witterungsverhältnissen während der Messung (Wetter; Zf; 30; ““““)
- Datum der Messung (Datum; D; 10; aktuelles Tagesdatum)
- Identifikationsnummer des benutzten Prüffeldes entsprechend [Liste](#) (IdPrueffeld; N; 2; ““““)
- Auswerteparameter wie
Auswerteablauf (AblaufInd, N, 1, 0)
0 = Standardablauf (alle weiteren Auswerteparameter sind außer Kraft gesetzt)
1 = individueller Ablauf
Art der Auswertung (AusArt, N, 1, 1)
0 = Transformation
1 = Einzelstandpunktausgleichung
2 = Netzausgleichung
3 = Prüfung Nullpunktkorrektur
Berücksichtigung einer Nullpunktkorrektur (AusAdd, N, 1, 1)
0 = nicht berücksichtigen
1 = berechnen
2 = vorab berücksichtigen
Berücksichtigung einer Maßstabskorrektur (AusMass, N, 1, 0)
0 = nicht berücksichtigen
1 = berechnen
2 = vorab berücksichtigen
Standardabweichung der Richtungen (Herstellerangabe) in Gon (VorFRicht, F, , 0.0000)
Standardabweichung der Distanzen ohne Zentrierfehler (Herstellerangabe) in mm (VorFStreckeOnly, F,,0)
Zentrierungenauigkeit allgemein in mm (VorZentrGenau, F,,2)
Distanzabhängiger Fehleranteil der Distanzen in ppm (VorFLin, F, , 0)
Nullpunktkorrektur (VorAdd, F, , ““““)
Parameter für die Maßstabskorrektur (VorMass, F, , ““““)
Berücksichtigung von beweg. Anschlusspunkten (APMovable, N, 1,0)
0 = nicht berücksichtigen
1 = berücksichtigen
Standardabweichung für beweg. Anschlusspunkte (VorFPuk, F, , 0)
nur Dateiversion 20130712:
Zentrierfehler der Richtungen (VorFEin, F, , 0.002)
Standardabweichung der Distanzen (VorFStrecke, F, , 0.002)

Prüffeldbeobachtungen (Rubrik: [BEOBACHTUNGEN])

- Auflistung der Stand- und Zielpunktdaten (Lfd.Nr, V, nn; “”)

Für jeden neuen Standpunkt wird ein Datensatz generiert und für jede zugehörige Zielung wird jeweils ein weiterer Datensatz generiert. Der Standpunktdatensatz enthält die Kennung 10 und getrennt durch ein Semikolon die Standpunktbezeichnung (T=Zf, mL=10). Jeder Zielpunkt datensatz enthält die Kennung 20 und jeweils getrennt durch ein Semikolon die Zielpunktbezeichnung (T=Zf, mL=10), den Horizontalwinkel (T=F, mL=9), den Zenitwinkel (T=F, mL=9) und die Distanz (T=F, mL=9). Für den Eintrag in die [Verfahrensdatei](#) erhält jeder Datensatz einen fortlaufend nummerierten Schlüssel.

Werte werden nur bis zur maximalen Länge (mL) berücksichtigt.

Grundsätzlich angegeben werden müssen das verwendete Prüffeld (Identifikationsnummer), der Typ und die Nummer des zu überprüfenden Instrumentes, das Datum der Messung, die Vermessungsstelle, der Beobachter und der Auswerter.

Wurde die Horizontierung der Distanzen bereits bei der jeweiligen Messung vorgenommen, so kann auf die Eingabe von Zenitwinkeln verzichtet werden.

Dezimalkommata werden automatisch in Dezimalpunkte umgewandelt.

Freiwillige Angaben müssen formal richtig sein.

Beispiel:

```
[TAROT]
Version=20130712
TypInstr=Leica XX
NrInstr=12345
IdPrueffeld=1
Reflektor=Leica
Vermessungsstelle=Bezirksregierung Köln
Beobachter=Schmitz
Auswerter=Müller
Wetter=bedeckt
Datum=07.12.2013
Kommentar=Testmessung
AusArt=1
AusAdd=1
AusMass=0
AblaufInd=0
VorFRicht=0.0015
VorFEin=0.001
VorFStrecke=0.002
VorFLin=2
VorFSLin=0
VorAdd=
VorMass=
[BEOBACHTUNGEN]
```

1=10;3001
2=20;5;266.3353;99.8038;264.903
3=20;1;213.7023;99.7932;352.131
4=20;2;205.3974;99.7714;401.779
5=20;4;203.0192;99.7598;419.623
6=20;3;196.1901;99.7688;356.228
7=20;8;77.8130;100.0309;343.791
8=20;7;18.9295;100.0540;322.910
9=20;11;169.1265;98.5837;18.275
10=20;10;353.8873;99.4904;36.935
11=20;6;356.6176;99.9137;93.627
12=10;3002
13=20;6;310.5972;99.9244;88.648
14=20;10;307.2446;99.4459;31.969
15=20;11;120.9670;98.9417;23.202
16=20;7;373.8276;100.0600;320.029
17=20;8;32.7817;100.0356;345.303
18=20;3;149.7897;99.7767;360.374
19=20;4;156.6258;99.7667;423.451
20=20;2;158.9605;99.7785;405.485
21=20;1;167.1120;99.7979;355.374
22=20;5;219.2350;99.8071;264.345

Protokolldatei

In der Protokolldatei werden die Eingabedaten, die Auswerteschritte sowie die Ergebnisse festgehalten. Die Protokolldatei wird automatisch im Anschluss an die Auswertung **erzeugt** und im PDF-Format bereit gestellt.

Indexverzeichnis

Anbindung an bestehende Programme.....	4	Koordinatenmittelung.....	9
Aufbereitung der Messwerte	8	Korrektion der Distanzen.....	14
Ausgleichung der Standpunktsysteme.....	9	Näherungskoordinatenberechnung.....	8
Bedienung TAROT-online	5	Neigungsreduktion der Distanzen	14
Beobachtungsdatei	21	Netzausgleichung (optional).....	10
Beobachtungsgewichte vor der Ausgleichung.....	10	Protokolldatei.....	26
Beobachtungsgleichung Distanzen	15	Prüfung der Nullpunktkorrektion (optional).....	13
Beobachtungsgleichung Koordinaten	17	Signifikanzprüfung Maßstabsunbekannte.....	11
Beobachtungsgleichung Richtungen	16	Signifikanzprüfung Nullpunktkorrektion	11
Beobachtungsgleichungen.....	15	Signifikanztest	19
Berechnungsansätze.....	8	Statistischer Test.....	19
Dateien und Formate.....	21	Verfahrensdatei.....	23
Datenschutzhinweis	7	Verwaltung von Informationen zu	
Dokumentation von Prüffeldauswertungen	3	Prüffeldeinrichtungen.....	4
Einleitung.....	3	Verwendung der Prüffeldergebnisse	4
Erfassung von Prüffeldmessungen.....	3	Voraussetzung TAROT-online	5
Formelsammlung	14	Webseite Tachymeterauswertung	6
Funktionsumfang	3	Webseiten	6
Gewichte vor der Ausgleichung	18	Ziel der Auswertung.....	8
Indexverzeichnis.....	27		