



Kanton Zürich
Baudirektion



GNSS bei Detailpunktaufnahmen Anwendung der Richtlinie KKVA vom Dezember 2010 "Einsatz von GNSS bei der Bestimmung von Detailpunkten in der amtlichen Vermes- sung"

Amt für Raumentwicklung
Geoinformation

1. Oktober 2016
1/9

1 Inhalt der Richtlinie

Die Richtlinie regelt die Anwendung der Richtlinie KKVA vom Dezember 2010 und legt fest, unter welchen Voraussetzungen bei Detailpunktaufnahmen (= Grenz- und Situationspunkte) auf eine lokale Einpassung verzichtet werden *kann* und welche Toleranzen bei der Anwendung von GNSS eingehalten werden müssen.

2 Aufnahme von Punkten

Werden nur Aufnahmen durchgeführt, kann die Beurteilung der Messungen auf die Kontrollpunkte und eine allfällige lokale Einpassung nachträglich im Büro ausgeführt werden. Es bleibt zu beachten, dass mit dem richtigen Messdienst gearbeitet wird (vorgängige Kontrollmessung auf „bekanntem Punkt“) und genügend Kontrollpunkte (auch während und am Schluss der Arbeiten) bestimmt werden.

3 Absteckung von Punkten

Werden Punkte abgesteckt, muss die Beurteilung der Messungen auf die Kontrollpunkte und eine allfällige lokale Einpassung vorgängig, in der Regel also direkt im Feld ausgeführt werden.

4 GNSS Messverfahren

Nur wenn mit einem der folgenden Messverfahren gearbeitet wird, dürfen mit GNSS bestimmte Koordinaten ohne lokale Einpassung verwendet werden:

- **RTK-VRS (swipos-Dienst)**, Referenzrahmen LV95/LN02 (Kap. 2.2 KKVA-Richtlinie vom Dezember 2010)
- **RTK-LRS** permanent (z.B. eigene Dachstationen), Referenzrahmen LV95/LN02 (Kap. 2.1 und 2.2 KKVA-Richtlinie vom Dezember 2010).



5 Kontrollmessung auf „bekanntem Punkt“

Wenn ein Empfänger neu konfiguriert wurde oder das Gerät durch andere Anwender verwendet worden ist, sollten die Einstellungen vor Beginn der eigentlichen Messung durch eine Kontrollmessung auf einem „bekanntem Punkt“ überprüft werden.

Bei einem „bekanntem Punkt“ sind die Koordinaten im Bezugsrahmen LV95 bestimmt worden. Idealerweise wird ein Transformationsstützpunkt (TSP1 oder TSP2) verwendet. Der Anwender kann aber auch selbst solche Punkte bestimmen.

Bei korrekter Anwendung werden die Koordinaten innerhalb der Messgenauigkeit übereinstimmen. Das heisst, dass eine Differenz bis 1.5 cm akzeptabel ist. Eine Differenz von 2 cm wird schon eher die Ausnahme sein, mehr als 3.5 cm ist inakzeptabel. Es muss ein Fehler vorliegen.

6 Kontrollpunkte

Die LFP (1/2/3) bilden den offiziellen Bezugsrahmen der amtlichen Vermessung. Im Kanton Zürich sind als Kontrollpunkte zu verwenden (Verschärfung der Bestimmungen im Kap. 3.3 der KKVA-Richtlinie vom Dezember 2010):

- **Bei Grenzpunkten:**
 - 1. Priorität: 3 LFP, oder
 - 2. Priorität: 2 LFP + 2 GP
- **Bei Situationspunkten:**
 - 1. Priorität: 3 LFP, oder
 - 2. Priorität: 2 LFP + 2 GP, oder
 - 3. Priorität: 1 LFP + 3 GP, oder
 - in Ausnahmefällen 4 GP

Es werden immer mindestens 3 Kontrollpunkte gemessen, auch in spannungsarmen Gebieten und unabhängig davon ob lokal eingepasst wird oder nicht. Die Messungen und die Restklaffen (Fs) auf die Kontrollpunkte sind in jedem Fall zu dokumentieren.

Wenn eine lokale Einpassung gerechnet wird, werden aus den Kontrollpunkten Anschlusspunkte.

7 Lokale Einpassung (Transformation)

Die GNSS-Messungen werden nur noch in spannungsbehafteten Gebieten lokal eingepasst. Werden die Toleranzen für Restklaffen gemäss Kapitel 11 unterschritten, kann auf eine lokale Einpassung verzichtet werden. Die lokale Einpassung oder der Nachweis, dass auf eine verzichtet werden kann, ist in jedem Fall zu dokumentieren.

Die lokale Einpassung erfolgt mit einer einfachen Transformation (2 Translationen dN/dE).

Wenn die Software im Empfänger keine andere Berechnungsmethode zulässt, ist auch die Verwendung einer Helmerttransformation mit 4 Parametern (2 Translationen dN/dE, Rotation und Massstab) zugelassen.



8 Spannungsarme Gebiete

In als „spannungsarme Gebiete“ ausgedehnten Perimetern ist keine lokale Einpassung mehr notwendig. Die Ausscheidung von spannungsarmen Gebieten muss durch das ARE genehmigt werden. Mit der Einführung des Bezugsrahmens LV95 ist vorerst das gesamte Kantonsgebiet (mit Ausnahme der Stadt Winterthur) als spannungsarmes Gebiet definiert. Erfüllt ein Gebiet die Bedingungen für spannungsarme Gebiete nicht, kann beim ARE die Ausscheidung als spannungsbehaftetes Gebiet beantragt werden (Vektorplan mit parzelscharfem Perimeter).

Eine Übersicht der spannungsarmen und spannungsbehafteten Gebiete ist auf map.geo.admin.ch aufgeschaltet.

Auch in spannungsarmen Gebieten müssen immer Kontrollpunkte gemessen und die Restklaffen beurteilt werden.

9 Doppelaufnahmen mit GNSS

Die 2. Messung kann mit denselben Einstellungen, also ohne neue lokale Einpassung, ausgeführt werden. Wichtig ist, dass zwischen den beiden Aufnahmen eines Punktes ein Zeitunterschied von mindestens 30 Minuten eingehalten wird.

Bei länger dauernden Arbeiten wird empfohlen, zwischendurch und vor allem am Arbeitsende Kontrollpunkte zu bestimmen. Damit wird sichergestellt und dokumentiert, dass während der Bearbeitung keine Manipulationsfehler erfolgten.

Nach längeren Unterbrüchen (Tage) müssen die Messungen auf Kontrollpunkte und sofern erforderlich eine neue lokale Einpassung ausgeführt werden.

10 Kontrolle tachymetrisch bestimmter Koordinaten mit GNSS-Messungen

Die tachymetrischen Messungen sind wesentlich genauer. Die GNSS-Koordinaten dienen nur der Kontrolle und werden deshalb nicht mit den tachymetrischen Messresultaten gemittelt. Sofern die Koordinatendifferenzen den geforderten 2-fachen mittleren Fehler gemäss TVAV (Liegenschaften TS2 10 cm, TS3 14 cm, TS4 30 cm) nicht überschreiten, werden die tachymetrisch bestimmten Koordinatenwerte unverändert übernommen und als zuverlässig eingestuft.



11 Toleranzen

Die Toleranzen für die Einpassung sind unabhängig vom Verwendungszweck und ergeben sich alleine aus der Messgenauigkeit von GNSS und der Genauigkeit der Kontrollpunkte. Bei korrekter Konfiguration des Empfängers sollten diese Werte immer eingehalten werden können.

Nr.	Anwendung	Toleranzen Fs	
		TS2	TS3/4
1	Kontrollmessung auf „bekanntem Punkt“ Unabhängig von den Genauigkeitsanforderungen	Fs < 5.0 cm oder dE/dN < 3.5 cm	
2	Lokale Einpassung mit Transformation Fs auf Kontrollpunkte (Messresultate GNSS - AV)	Fs < 10.0 cm ¹⁾ oder dE/dN < 7.0 cm	Fs < 14.0 cm ¹⁾ oder dE/dN < 10.0
3	Keine lokale Einpassung Fs auf Kontrollpunkte (Messresultate GNSS - AV)	Fs < 5.0 cm oder dE/dN < 3.5 cm	Fs < 7.0 cm oder dE/dN < 5.0 cm
4	Doppelaufnahmen mit GNSS: (Messung 1 - Messung 2)	Fs < 10.0 cm oder dE/dN < 7.0 cm	
5	Kontrollmessung tachymetrisch bestimmter Grenzzeichen (Fs GNSS – AV, 2σ)	Fs < 10.0 cm oder dE/dN < 7.0 cm	Fs < 14.0 cm oder dE/dN < 10.0

- 1) Diese Werte sind sehr hoch. Bereits bei einem Fs über 5 cm liegt vermutlich ein Messfehler oder ein Koordinatenfehler an einem Kontrollpunkt vor.

Können die Toleranzen für die Restklaffen auf die Kontrollpunkte (2 und 3) nicht eingehalten werden, sind zusätzliche Messungen notwendig. Erst auf Grund einer Analyse der Resultate kann entschieden werden, wie die weitere Bearbeitung erfolgen soll.

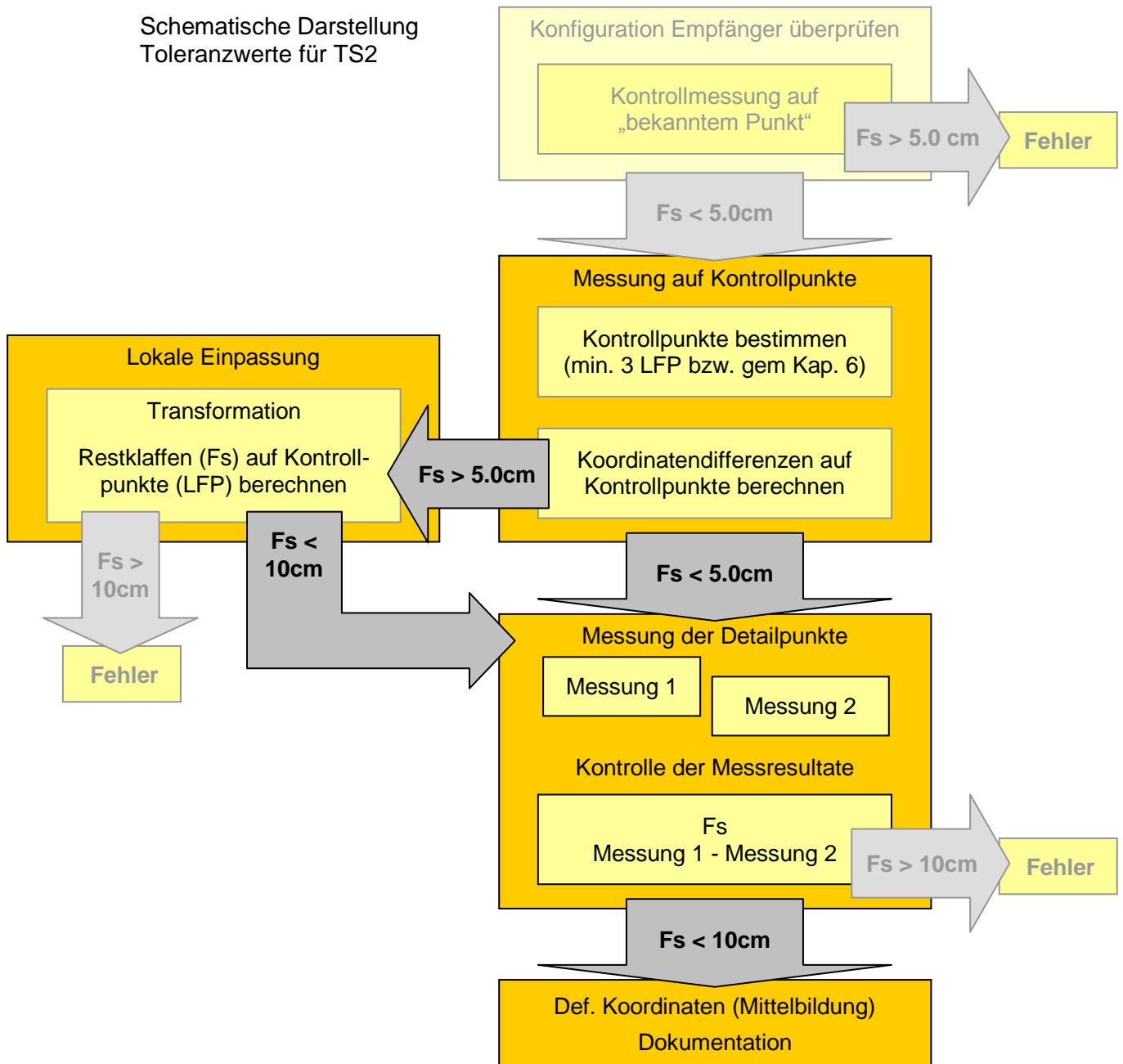
12 Dokumentation

- Checkliste oder Arbeitsanweisung mit Protokoll pro Messdurchgang.
- Dokumentation der Messungen auf den Kontrollpunkten durch Liste (z.B. Excel-Tabelle) mit Punktnummer, Koordinaten der einzelnen Aufnahmen.
- Dokumentation der lokalen Einpassung (Kontroll- bzw. Anschlusspunkte mit Koordinaten, Messungen, Transformationsparameter und Restklaffen) oder Nachweis, dass keine lokale Einpassung erforderlich ist (Kontrollpunkte mit Koordinaten, Messungen und Restklaffen).
- Darstellung des Aktionsfeldes mit den Kontrollpunkten und allen gemessenen Punkten (Plot der Netzgeometrie oder Situationsplan mit eingezeichneten Punkten).
- Dokumentation der Detailpunktaufnahmen durch Liste (z.B. Excel-Tabelle) mit Punktnummer, Koordinaten der einzelnen Punktaufnahmen, Mittel der Koordinaten, Lagedifferenzen Fs (cm) der Doppelaufnahmen, Statistik/Standardabweichung der Fs.
- Separate Statistik der Differenzen bei Punktkontrolle durch Kontrollmassvergleich (gerechnetes - gemessenes Kontrollmass in cm).



Messablauf GNSS

Schematische Darstellung
Toleranzwerte für TS2



Massnahmen, wenn die Toleranzen für Restklaffen auf die Kontrollpunkte überschritten werden:

- 1 Messungen überprüfen (Zweitmessung, die Koordinaten wurden ja nur einmal bestimmt).
- 2 Kontrollpunkte überprüfen (Punktverwechslung oder falsche Koordinaten).
- 3 Zusätzliche Kontrollpunkte messen, F_s beurteilen.



Praktisches Beispiel

Anwendung mit lokaler Einpassung

Hinweis: Die Berechnung der Höhen wird normalerweise nicht ausgeführt, wird hier aber der Vollständigkeit halber auch aufgezeigt. Für die Lagerung werden keine Toleranzen angegeben.

1. Kontrollmessung auf „bekanntem Punkt“

Immer wenn das Gerät von einem anderen Anwender übernommen und/oder die Einstellungen verändert wurden.

Pkt. Nr.	GNSS Messresultat Messmodus: swipos LV95/LN02			
	E	N	h	
TSP10513310	2'679'695.830	1'269'291.001	490.138	LFP2/TSP2

Pkt. Nr.	Transformationsstützpunkt (TSP)			
	E	N	h	
TSP10513310	2'679'695.823	1'269'291.013	490.100	

Pkt. Nr.	Differenz: AV - GNSS			
	dE	dN	dh	
TSP10513310	-0.007	0.012	-0.038	

Fs	Beurteilung: Fs < 5.0 cm (oder dE/dN < 3.5 cm)
0.014	Die Toleranz wird eingehalten

2. Lokal Einpassen

2.1 Kontrollpunkte bestimmen

Pkt. Nr.	GNSS Messresultate Messmodus: swipos LV95/LN02			
	E	N	h	
1001	2'681'847.872	1'269'437.836	388.065	LFP3
1002	2'681'703.481	1'269'536.560	384.918	LFP3
1003	2'681'645.108	1'269'388.313	385.620	LFP3

Pkt. Nr.	LFP Koordinaten aus der AV			
	E	N	h	
1001	2'681'847.914	1'269'437.832	387.998	
1002	2'681'703.474	1'269'536.541	384.890	
1003	2'681'645.142	1'269'388.272	385.605	



2.2 Transformation berechnen, 2 Translationen dE und dN (bei Bedarf auch dh)

Pkt. Nr.	Differenz: AV - Gemessen		
	dE	dN	dh
1001	0.042	-0.004	-0.067
1002	-0.007	-0.019	-0.028
1003	0.034	-0.041	-0.015

Translation **0.023** **-0.021** **-0.037**

(=Mittelwert dE/dN/dh)

2.3 Transformation der Messungen

Pkt. Nr.	GNSS Messresultate		
	Messmodus: swipos LV95/LN02		
	E	N	h
1001	2'681'847.872	1'269'437.836	388.065
1002	2'681'703.481	1'269'536.560	384.918
1003	2'681'645.108	1'269'388.313	385.620

Translation **0.023** **-0.021** **-0.037**

Pkt. Nr.	Transformierte Koordinaten		
	E (+0.023)	N (-0.021)	h (-0.037)
1001	2'681'847.895	1'269'437.815	388.028
1002	2'681'703.504	1'269'536.539	384.881
1003	2'681'645.131	1'269'388.292	385.583

2.4 Einpassung kontrollieren Restklaffen auf Kontrollpunkte berechnen

Pkt. Nr.	Transformierte Koordinaten		
	E (+0.023)	N (-0.021)	h (-0.037)
1001	2'681'847.895	1'269'437.815	388.028
1002	2'681'703.504	1'269'536.539	384.881
1003	2'681'645.131	1'269'388.292	385.583

Pkt. Nr.	LFP Koordinaten aus AV		
	E	N	h
1001	2'681'847.914	1'269'437.832	387.998
1002	2'681'703.474	1'269'536.541	384.890
1003	2'681'645.142	1'269'388.272	385.605



Pkt. Nr.	Restklaffen			Fs
	dE	dN	dh	
1001	0.019	0.017	-0.030	0.025
1002	-0.030	0.002	0.009	0.030
1003	0.011	-0.020	0.022	0.023

Vergleich mit Toleranzen

Toleranzen für die Restklaffen auf die Kontrollpunkte gem. Tabelle Kap. 11:
TS 2: $F_s < 10.0$ cm oder $dE/dN < 7.0$ cm

Alle F_s sind kleiner als 10 cm.

Oder: Alle dE/dN sind kleiner als 7 cm. Die Berechnung der F_s wäre in diesem Beispiel nicht notwendig.

Die Toleranzen werden eingehalten.

3. Detailpunkte bestimmen

3.1 Messungen auf Detailpunkten ausführen, Kontrolle der Messresultate

Pkt. Nr.	Messung 1 (transf. Koordinaten)			Messung 2 (transf. Koordinaten)			Koordinatendifferenzen			Fs
	E (+0.023)	N (-0.021)	h (-0.037)	E (+0.023)	N (-0.021)	h (-0.037)	dE	dN	dh	
5	2'681'728.932	1'269'457.735	387.087	2'681'728.950	1'269'457.744	387.105	0.018	0.009	0.018	0.020
6	2'681'733.098	1'269'463.759	387.005	2'681'733.112	1'269'463.759	387.013	0.014	0.000	0.008	0.014
7	2'681'736.433	1'269'464.249	386.880	2'681'736.464	1'269'464.245	386.891	0.021	-0.004	0.011	0.021
8	2'681'728.433	1'269'463.312	386.905	2'681'728.426	1'269'463.314	386.948	-0.013	-0.048	0.040	0.050
9	2'681'725.208	1'269'474.531	386.756	2'681'725.207	1'269'474.500	386.799	-0.001	-0.031	0.043	0.031
10	2'681'719.028	1'269'470.166	386.848	2'681'719.032	1'269'470.179	386.820	0.004	0.013	-0.028	0.014
11	2'681'721.541	1'269'458.945	387.117	2'681'721.555	1'269'458.958	387.147	0.014	0.013	0.030	0.019
51	2'681'650.027	1'269'389.673	385.745							
52	2'681'648.383	1'269'395.444	385.928							
81				2'681'724.368	1'269'412.907	387.325				
82				2'681'729.092	1'269'415.897	387.445				
83				2'681'730.645	1'269'421.945	387.520				

Beurteilung der Koordinatendifferenzen:

Alle F_s sind kleiner als 10 cm (TS2) oder alle dE/dN sind kleiner als 7 cm.

Die Toleranzen werden eingehalten.



3.2 Definitive Koordinaten berechnen (Mittelbildung bei Doppelaufnahmen)

Pkt. Nr.	Messung 1 (transf. Koordinaten)			Messung 2 (transf. Koordinaten)			Arithmetisches Mittel = def. Resultat		
	E (+0.023)	N (-0.021)	h (-0.037)	E (+0.023)	N (-0.021)	h (-0.037)	E _{Mittel}	N _{Mittel}	h _{Mittel}
5	2'681'728.932	1'269'457.735	387.087	2'681'728.950	1'269'457.744	387.105	2'681'728.941	1'269'457.740	387.096
6	2'681'733.098	1'269'463.759	387.005	2'681'733.112	1'269'463.759	387.013	2'681'733.105	1'269'463.759	387.009
7	2'681'736.443	1'269'464.249	386.880	2'681'736.464	1'269'464.245	386.891	2'681'736.454	1'269'464.247	386.886
8	2'681'728.439	1'269'470.912	386.908	2'681'728.426	1'269'470.864	386.948	2'681'728.432	1'269'470.888	386.928
9	2'681'725.208	1'269'474.531	386.756	2'681'725.207	1'269'474.500	386.799	2'681'725.208	1'269'474.516	386.778
10	2'681'719.028	1'269'470.166	386.848	2'681'719.032	1'269'470.179	386.820	2'681'719.030	1'269'470.173	386.834
11	2'681'721.541	1'269'458.945	387.117	2'681'721.555	1'269'458.958	387.147	2'681'721.548	1'269'458.952	387.132

51	2'681'650.027	1'269'389.673	385.745
52	2'681'648.383	1'269'395.444	385.928

Einfachmessung = Kontrollmessung		
2'681'650.027	1'269'389.673	385.745
2'681'648.383	1'269'395.444	385.928

81
82
83

2'681'724.368	1'269'412.907	387.325
2'681'729.092	1'269'415.897	387.445
2'681'730.645	1'269'421.945	387.520

Einfachmessung = def. Resultat		
2'681'724.368	1'269'412.907	387.325
2'681'729.092	1'269'415.897	387.445
2'681'730.645	1'269'421.945	387.520

Pkt. Nr. 5 bis 11: Doppelaufnahmen (Grenzpunkte)
 Pkt. Nr. 51 und 52: Kontrollmessungen auf tachymetrisch bestimmte Grenzpunkte
 Pkt. Nr. 81 bis 83: Einfache, unkontrollierte Aufnahmen (Situationspunkte)

3.3. Kontrollmessungen auf tachymetrisch bestimmte Punkte

Pkt.	GNSS - Kontrollmessung		Tachym. Koordinaten		Differenzen			TS2 Fs < 0.100	Definitive Koordinaten	
	E	N	E	N	dE	dN	Fs		E	N
51	2'681'650.027	1'269'389.673	2'681'649.980	1'269'389.711	0.047	-0.038	0.060	JA	2'681'649.980	1'269'389.711
52	2'681'648.383	1'269'395.444	2'681'648.322	1'269'395.566	0.061	-0.122	0.136	NEIN	Nachmessen	