

---

**Lagefixpunktnetze (LFP3)  
Netzanlage – Messungen – Auswertungen**

---

**Reg. Nr. 17**

Zürich, 26. April 2010

---

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Abkürzungen und Begriffe.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ALLGEMEINES.....</b>	<b>4</b>
1.1. Einleitung .....	4
1.2. Zielsetzung.....	4
1.3. Grundlagen / Toleranzstufen .....	4
<b>2. BEGEHUNG DES ÜBERGEORDNETEN FIXPUNKTNETZES (LFP1+2) .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PUNKTAUSWAHL.....</b>	<b>5</b>
3.1. Anzahl Punkte.....	5
3.2. Netzanlage / Verteilung der Punkte .....	5
<b>4. FIXPUNKTVERSICHERUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>5. LAGERUNGSPUNKTE / ANSCHLUSSPUNKTE .....</b>	<b>6</b>
<b>6. MESSUNGEN .....</b>	<b>6</b>
6.1. Allgemeines .....	6
6.2. GNSS-Messung und Auswertung.....	6
6.2.1 Allgemein.....	6
6.2.2 RTK-Messungen .....	7
6.2.3 Rapid Static / Fast Static .....	7
<b>7. BERECHNUNG UND GENAUIGKEITSANFORDERUNG.....</b>	<b>8</b>
7.1. Allgemeines .....	8
7.2. Berechnungsablauf und zu erstellende Dokumentation .....	8
<b>8. ABZULIEFERNDE RESP. BEREITZUHALTENDE AKTEN .....</b>	<b>11</b>

## Abkürzungen und Begriffe

AGNES	Automatisches GNSS Netz Schweiz
AV	Amtliche Vermessung
AV93	Numerische Umsetzung der AV
CH1903	Schweizerisches geodätisches Datum, definiert 1903 (Referenzellipsoid Bessel 1841)
CH1903+	Schweizerisches geodätisches Datum, definiert 1995 (Referenzellipsoid Bessel 1841)
CHGeo2004	Geoidmodell der Schweiz von 2004
CHENyx06	Dreiecksvermaschungs-Definition Schweiz
DOP	Dilution of Precision (Mass für die Genauigkeit der GNSS-Messung)
FINELTRA	Software für die affine Transformation über finite Elemente
FPDS	Fixpunktdatenservice
GNSS	Global Navigation Satellite System. Überbegriff für GPS (amerikanisches System), GLONASS (russisches System) und GALILEO (europäisches System).
HFP	Höhenfixpunkt (HFP1= Eidgenössisch; HFP2= Kantonal; HFP3= Kommunal/Bau)
HTRANS	Software für Transformation der Höhen
LFP	Lagefixpunkt (LFP1= Eidgenössisch; LFP2= Kantonal; LFP3= Kommunal)
LN02	Landesnivellement LN02, gültige Gebrauchshöhen
LHN95	Landeshöhennetz von LHN95, streng orthometrisches Höhennetz
LTOP	Software zur Ausgleichung von Lage- und Höhennetzen (swisstopo)
LV03	Bezugsrahmen der Landesvermessung von 1903
LV95	Bezugsrahmen der Landesvermessung von 1995
Post processing	Nachträgliche Berechnung von GNSS-Messungen (mit Daten von eigener Basis oder GNSS-Diensten)
RTK	GNSS-Messmethode „Real Time Kinematic“ (Echtzeit kinematisch)
swisstopo	Bundesamt für Landestopografie (auch L+T)
swipos	Positionierungsdienst über Natel/GSM und Internet/GPRS (auf der Basis von AGNES)
TRANSINT	Software für die Berechnung von Transformationen und Interpolationen (nach dem gewichteten arithmetischen Mittel mit Korrelation)
TSP	Transformationsstützpunkte. Eingeteilt in zwei Kategorien: TSP1 sind die LV95-Haupt- und Verdichtungspunkte, sowie einige ehemalige Triangulationspunkte I.- III. Ordnung. TSP2 sind in der Regel LFP2. Es können auch fiktive Punkte oder ausgewählte LFP3 sein. Von diesen Punkten sind die Koordinaten in LV03 <u>und</u> LV95 bestimmt worden.
TVAV	Technische Verordnung über die amtliche Vermessung (Bund)
WGS84	World Geodetic System 1984 (GNSS-Bezugssystem)

## 1. Allgemeines

### 1.1. Einleitung

Das übergeordnete Fixpunktnetz wurde vom Amt für Raumordnung und Vermessung (ARV) erneuert. Bei dieser Überarbeitung wurde die Punktdichte den heutigen Anforderungen entsprechend stark reduziert und die Punktlage neu bestimmt. Bestehende Spannungen wurden nach Möglichkeit weggestellt. Verbleibende und neue Lagefixpunkte 2 (LFP2) sowie teilweise nicht weiter als LFP2 verwendete Punkte wurden i.d.R. mit GNSS gemessen. Das bis Ende 2005 erneuerte Lagefixpunktnetz 1 und 2 (LFP1/2), die Basis für die Amtliche Vermessung AV93, weist im Kanton Zürich noch ca. 1'800 LFP1/2 auf (früher ca. 5'000 Triangulationspunkte I.-IV. Ordnung). Die Bearbeitung musste aus Kapazitätsgründen in Teilnetzen (Teiloperaten) erfolgen. Die Koordinaten der LFP1 und LFP2 wurden primär im Bezugsrahmen LV95 bestimmt. Mittels TRANSINT (Transformation und Interpolation) wurden sie bestmöglich in den bisherigen Rahmen LV03 eingepasst. Dieses bereinigte LFP1+2 - Netz weist in der Regel nur noch geringe Spannungen auf und bildet die Grundlage für die LFP3-Netze der Amtlichen Vermessung.

Gleichzeitig wurde die Arbeit „Dreiecksvermaschung Kanton Zürich“ vollendet. Diese ist vom Bundesamt für Landestopografie verifiziert und am 23.10.2006 genehmigt worden. Die Resultate sind in die „Nationale Dreiecksvermaschung“ eingeflossen und sind Bestandteile der Transformationsdatei CHENyx06 für FINELTRA zur Umrechnung LV03 $\leftrightarrow$ LV95. Die Eckpunkte dieser Dreiecksvermaschung sind die Transformationsstützpunkte TSP.

Der Rahmen LV95 ist sehr spannungsarm. Deshalb sollen grundsätzlich alle LFP-Netze im Rahmen LV95 bestimmt werden und für die Verwendung bis zum Zeitpunkt des definitiven Übergangs auf LV95 mit FINELTRA (CHENyx06) in LV03 eingepasst werden.

Die gültigen Höhen für beide Systeme sind die Gebrauchshöhen in LN02. Umrechnungen in ellipsoidische oder LHN95-Höhen können mit dem Programm REFRAME der swisstopo *online* erfolgen.

### 1.2. Zielsetzung

Diese Weisung soll ein Hilfsmittel sein und die Bearbeitung von LFP3-Netzen mit GNSS-Messungen, in der Regel kombiniert mit terrestrischen Messungen, unterstützen.

Weiter soll erreicht werden:

- Einheitliche Ablieferung und Dokumentation durch die verschiedenen Ingenieurbüros
- Vereinfachte und effiziente Beurteilung der Resultate im Ingenieurbüro und bei der Verifikation

Bei Einhaltung dieser Weisung kann davon ausgegangen werden, dass die „Regeln der Kunst“ (TVAV, Art. 1) bei LFP3-Netzen erfüllt sind.

### 1.3. Grundlagen / Toleranzstufen

Für die Ausführung von Arbeiten an Lagefixpunkten sind die folgenden Grundlagen massgebend:

- Technische Verordnung der Amtlichen Vermessung (TVAV) vom 10. Juni 1994
- Richtlinien zur Bestimmung von Fixpunkten in der Amtlichen Vermessung, Bundesamt für Landestopografie, November 2005
- Bezugssysteme in der Praxis (Technischer Bericht 99-20 der L+T), August 1999
- Anleitungen zu den Programmen LTOP, TRANSINT und FINELTRA sowie analogen Programmen

*In dieser Weisung wird als Ausgleichsprogramm LTOP (Programmversion 4) angegeben. Für die offizielle Umrechnung vom Bezugsrahmen LV95 in LV03 und umgekehrt ist*

*FINELTRA mit der offiziellen Transformationsdatei CHENyx06 anzuwenden. Als Interpolationsprogramm wird TRANSINT angegeben. Anstelle LTOP und TRANSINT können gleichwertige Programme eingesetzt werden.*

Bei neuen Fixpunktnetzen sind die Qualitätsanforderungen der Toleranzstufen 2 und 3 einzuhalten.

## **2. Begehung des übergeordneten Fixpunktnetzes (LFP1+2)**

Die Lagefixpunkte 1+2 im erweiterten Bearbeitungsgebiet sind rechtzeitig zu begehen und dabei mit der Wasserwaage zu überprüfen. Mängel an der Versicherung (schief, zerstört, eingewachsen, GNSS-Tauglichkeit etc.) sind dem ARV zu melden. Vorgängig ist beim ARV abzuklären, ob sich die Begehung erübrigt (z.B. Begehung durch das ARV).

Die ehemaligen LFP1+2, die in den LFP2-Erneuerungen gemessen und zu LFP3 abklassiert wurden, können auch als Anschluss-/Festpunkte verwendet werden, sofern ihr Versicherungszustand gleich wie bei der LFP2-Erneuerung ist. Allfällige leichte Steinschiefen zum Zeitpunkt der Messung sind beim ARV dokumentiert und wurden der NF-Stelle mitgeteilt.

## **3. Punktauswahl**

### **3.1. Anzahl Punkte**

Gemäss Art. 49 TVAV beträgt der Richtwert für die Punktdichte im Baugebiet (TS2) 70 LFP3/km<sup>2</sup>. Je nach Überbauungsgrad und den topografischen Verhältnissen kann die Anzahl der LFP3 auf maximal das Doppelte erhöht werden.

### **3.2. Netzanlage / Verteilung der Punkte**

Um ein gutes Lagefixpunktnetz für die Nachführung zu erhalten, sind bei der Wahl der Standorte folgende Kriterien zu beachten:

- Homogenes Netz
- Anschlussvisuren wenn möglich auf zwei Punkte
- Gute Lage gegenüber Überbauung und unter Berücksichtigung der Vegetation (gute Visuren möglich)
- GNSS-Tauglichkeit
- Punkte mit möglichst geringer Verkehrs- und Messbehinderung
- Für eine allfällige Transformation/Interpolation der bereits vorhandenen digitalen Daten der amtlichen Vermessung sind neben den neuen LFP3 genügend lageidentische (versicherungsidentische) Passpunkte mit guter Verteilung und intakter Versicherung mitzubestimmen.

Die Fixpunktverteilung und die Netzanlage wird bei Erst-/ Zweiterhebungen und Erneuerungen vom ARV verifiziert (TVAV Art. 52).

## **4. Fixpunktversicherung**

- Die Versicherung der ausgewählten Punkte hat die Anforderungen der technischen Weisung Reg. Nr. 7 des Kantons (Kennzeichnung von Lagefixpunkten, LFP3) zu erfüllen.
- Bestehende Kennzeichnungen sind bei Bedarf zu revidieren.
- Bei Erst-/ Zweiterhebungen und Erneuerungen ist die Punktversicherung durch das ARV verifizieren zu lassen.

## 5. Lagerungspunkte / Anschlusspunkte

Neue Fixpunktnetze sind auf den für das Bearbeitungsgebiet gültigen LFP1 bis LFP 2 abzustützen, in der Nachführung ausnahmsweise auch auf benachbarte LFP3.

Bei grossflächiger neuer Netzanlage sind die Anschlusspunkte in der Regel die vom ARV im Rahmen der LFP2-Erneuerung bestimmten Fixpunkte (LFP1/2 und zu LFP3 abklassierte, gemessene Punkte). Grundsätzlich sind die TSP der nationalen Dreiecksvermaschung als Anschlusspunkte zu bevorzugen.

Extrapolationen sind zu vermeiden (Nachbarschaftsprinzip). Somit sind auch Anschlusspunkte ausserhalb des Bearbeitungsperimeters in das Netz einzubeziehen.

## 6. Messungen

### 6.1. Allgemeines

- Die Wahl der eingesetzten Messmittel und GNSS-Methoden ist frei.
- Die zentrische Signalisierung und Stationierung ist mit höchster Sorgfalt durchzuführen. Geforderte Zentriergenauigkeit: < 3 mm. Die Libellen der eingesetzten Geräte, speziell der Lotstöcke, sind regelmässig zu prüfen und zu justieren.
- Die Instrumentenhöhen sind zweimal unabhängig zu ermitteln.
- Es wird empfohlen, auf jeder Station ein Stationsprotokoll zu führen, welches mindestens das Datum, die Punktnummer, die Instrumentenhöhe und allfällige Umregelmässigkeiten bei den Messungen enthält.
- Lagefixpunktnetze sind an vorhandene HFP1+2 anzuschliessen. Dabei ist zu beachten, dass der Anschluss mittels GNSS nur dann eine Verbesserung ergibt, wenn diese Messungen frei von Fehlereinflüssen sind (Multipath, Abdeckungen, usw).

### 6.2. GNSS-Messung und Auswertung

#### 6.2.1 Allgemein

- Es ist zu beachten, dass GNSS nicht zu jeder Tageszeit gleich genau ist. Es gilt die „DOP“- Werte mit dem jeweils neuesten Almanach zu konsultieren. GNSS funktioniert nur richtig, wenn auf Referenz- und Roverstation genügend gemeinsam empfangene Satelliten, in guter Konstellation (mindestens 5 für RTK) vorhanden sind.
- Ein verlässliches Zeichen für eine gute Messung ist es, wenn die Genauigkeiten der Einzelmessung vor der Registrierung für Lage und Höhe zwischen 10 und 20 mm liegen.
- Die Messung der Anschluss- und Neupunkte hat in mindestens zwei unabhängigen Sessions zu erfolgen. Unter unabhängiger Session ist eine andere Satellitenkonstellation sowie eine neue Stationierung der Referenzstation zu verstehen.
- Mehrere Sessions sind untereinander durch mindestens 3 gemeinsame Verknüpfungspunkte genügend zu verbinden. Die Messungen dieser Punkte sollten kleine mittl. Fehler aufweisen.
- Bei Arbeit mit einer fest installierten Referenzstation entfallen zusätzliche Stationierungen. Die Permanentstation ist zu überwachen resp. regelmässig zu kontrollieren. Zu beachten sind die Spezifikationen der Hersteller (zum Beispiel: 5 mm + 1 ppm, das heisst bei 30 km Entfernung ist ein mittl. Fehler von 35 mm zu erwarten).
- Bei Benützung des Positionierungsdienstes swipos entfällt die Stationierung einer Referenzstation.
- Zur Genauigkeitssteigerung ist die Methode rapid static / fast static oder noch genauer, die statische Methode empfohlen. Diese Methoden sind sowohl mit eigener Referenzsta-

tion, wie auch mit swipos möglich. Dabei arbeitet man mit längeren Messzeiten und, in der Regel, im „Post processing-Verfahren“. Die Korrekturdaten für swipos werden nachträglich für die entsprechenden „Zeitfenster“ vom AGNES-Webserver herunter geladen. Diese Methoden kommen auch zur Anwendung, wenn keine Funk- oder Telefonverbindungen möglich sind.

- Die Messungen sollten in LV95 / LHN95 erfolgen. Die LV95-Lagekoordinaten und die LHN95-Höhe für die 1. Referenzstation können beim ARV erfragt oder aus den LV03/LN02 - Koordinaten mit dem Programm REFRAME ermittelt werden. Mit swipos kann man direkt im System LV95/LHN95 messen.

#### 6.2.2 RTK-Messungen

- Die Initialisierung ist regelmässig zu überprüfen resp. neu vorzunehmen.
- Die Standardabweichung bei der Registrierung der Messung soll in der Lage 10 mm und in der Höhe 20 mm nicht überschreiten.
- Im Gerät ist die Schweizer Projektion, das „Marti-Geoid“ (CHGeo04) und für den Datumsübergang Bessel Ellipsoid  $\leftrightarrow$  WGS84 der „3-Parameter-Satz“ (vgl. Richtlinien für die Bestimmung von Fixpunkten, 2005, Kap. 3.2.1) einzustellen.

#### 6.2.3 Rapid Static / Fast Static

- Es dürfen nur Basislinien (Koordinaten) übernommen werden, bei denen die Phasenmehrdeutigkeit (Ambiguities) gelöst werden konnte.
- Im Gerät ist die Schweizer Projektion, das „Marti-Geoid“ (CHGeo04) und für den Datumsübergang Bessel Ellipsoid  $\leftrightarrow$  WGS84 der „3-Parameter-Satz“ (vgl. Richtlinien für die Bestimmung von Fixpunkten, 2005, Kap. 3.2.1) einzustellen.

## 7. Berechnung und Genauigkeitsanforderung

### 7.1. Allgemeines

- Die Messungen sind nach der Methode der kleinsten Quadrate auszugleichen (LTOP oder ähnliche Programme). In der definitiven Berechnung sind die terrestrischen und GNSS-Messungen gemeinsam auszugleichen.
- In der Beschreibung (Handbuch LTOP-Version 94 02-d) zur Software LTOP ist in Kapitel 5 ein allgemein gültiger Berechnungsablauf umschrieben.
- Für den Übergang von LV95  $\leftrightarrow$  LV03 ist FINELTRA (CHENyx06) einzusetzen.
- Für allfällige weitere Transformationen oder Interpolationen können folgende Programme eingesetzt werden: TRANSINT, FINELTRA (mit lokalen Stütz-/Lagerungspunkten) oder mit den gleichen Algorithmen operierende Programme.

### 7.2. Berechnungsablauf und zu erstellende Dokumentation

Siehe auch „**Ablaufschema Berechnung**“ in den „**Richtlinien zur Bestimmung von Fixpunkten in der AV**“, Ausgabe November 2005, Kapitel 2.6.1, Seite 13, Abb. 2-1.

*In den verschiedenen Programmen, Richtlinien und Anleitungen werden für die Ausgleichsberechnungen die folgenden Begriffe oder deren Synonyme verwendet:*

**Weich gelagertes Netz:** Robuste oder nicht robuste, weich gelagerte Ausgleichung mit Anschlusspunkten als Beobachtungen, Ausgleichung mit weicher Lagerung

**Frei gelagertes Netz:** Ausgleichung mit minimalem Datum, Ausgleichung mit minimaler Lagerung, Freie Ausgleichung

Zur Lokalisierung von allfälligen Fehlern in den Messungen und Fehlern in den Anschlusspunkten wird eine weich gelagerte (allenfalls robuste) Ausgleichung oder eine Ausgleichung mit minimaler Lagerung und anschliessender Helmert-Transformation durchgeführt.

Dabei gilt die folgende Einschränkung: Ein Fixpunktnetz, das in sich nicht kontrollierbar ist, ist für die Überprüfung der Anschlusspunkte problematisch, da z.B. bei offenen Polygonzügen, die noch mit Fehlern behaftet sind, Falschinterpretationen bei den Anschlusspunkten möglich sind.

- Die einzelnen GNSS-Messungen sind ohne Mittelbildung separat in die Ausgleichsberechnung einzuführen. Normalerweise bildet eine Session einen Koordinatensatz. Die Massstäbe und Rotationen (Drehungen) der verschiedenen Koordinatensätze sollen innerhalb der Messgenauigkeit übereinstimmen. In den definitiven Berechnungen sollten für alle Koordinatensätze der gleiche Massstab und die gleiche Rotation (Drehung) definiert werden. Dies wird, zum Beispiel in LTOP, erreicht, indem man die Drehung und den Massstab in der Parameterdefinition auf “=” wie bei der 1. Session setzt. Das Programm rechnet dann aus allen Sessions ein gewichtetes Mittel für diese Unbekannten. Dies gilt nur, wenn mit einer Referenzstation gemessen wurde oder wenn die Koordinaten der weiteren Referenzstationen aus den vorangehenden Sessions übertragen wurden.
- In kombinierten Netzen sind für die Genauigkeitsangaben a priori der terrestrischen und GNSS-Messungen realistische, ausgewogene Werte einzusetzen.
- Zur Erreichung der Genauigkeitsanforderung gemäss TVAV sind für die mit GNSS gemessenen Punkte die folgenden mittleren Fehler einzuhalten:

Lage  $\leq$  10 mm    Höhe  $\leq$  20 mm

- Die Kontrolle der GNSS-Messungen kann vor dem Hinzufügen der trigonometrischen Messungen und der nivellierten Höhendifferenzen in separaten Berechnungsgängen erfolgen.
- Zur Beurteilung der Anschlusspunkte in einer frei gelagerten Ausgleichung werden ihre Koordinaten als Beobachtungen mit grossen mittleren Fehlern (z.B. Lage 100 mm / Höhe 150 mm) eingefügt. Anschlusspunkte mit zu grossen Verbesserungen sind als Neupunkte zu definieren. Solche Punkte sind zu untersuchen und die getroffenen Massnahmen im Begleitbericht zur Berechnung zu beschreiben.
- Nur in begründeten Fällen darf ausnahmsweise der mittlere Fehler für einzelne Punkte vergrössert werden. Im Begleitbericht zur Berechnung sind die betroffenen Messungen zusammen mit der Begründung für den grösseren individuellen mittleren Fehler aufzulisten.
- Treten zu grosse Verbesserungen auf (grosse Verbesserungen gehören nicht zu den begründeten Ausnahmefällen!), müssen die betreffenden Messungen eliminiert werden. Kann auf diese Messungen nicht verzichtet werden, sind Nachmessungen nötig.
- Es ist darauf zu achten, dass bei Nachmessungen (meistens durch Unstimmigkeiten verursacht) zusätzlich mindestens drei gut zu messende Punkte in die Session einbezogen werden. Bei Problempunkten können dann bei genügender Überbestimmung allenfalls die mittleren Fehler erhöht werden.

Für die Verifikation ist eine weich gelagerte, nicht robuste Ausgleichung durchzuführen.

- In dem zu erstellenden Punkteplan im Übersichtsplanmassstab sind alle Punkte mit Punktnummern (gültige LFP1-3; Unterscheidung Anschlusspunkte/Neupunkte) und die für die gültige (definitive) Berechnung verwendeten tachymetrischen Messungen einzutragen. Weiter sind die Differenzvektoren „Bestehende Koordinaten → Zwangsfrei bestimmte Koordinaten“ auf den Anschlusspunkten, für Lage und Höhe, im Massstab 1:1 zu visualisieren. Bei Bedarf erfolgen diese Informationen auf verschiedenen Plänen.
- Mit der Darstellung der Anschlusspunkte für die Höhe (miteinbezogene HFP1+2+3, nivellierte Anschluss-/Festpunkte, weitere Anschlusspunkte für die Höhe) wird der Punkteplan vervollständigt. Auch Lage-Neupunkte können Anschlusspunkte für die Höhe sein.
- Der Begleitbericht zur Berechnung, der später ganz oder teilweise in den Technischen Bericht des Unternehmers integriert werden kann, soll etwa den folgendem Inhalt aufweisen:

- Begehung / Kontrolle der Anschlusspunkte (vom ARV neu bestimmte LFP2/3, LFP3 von Nachbaroperaten)	- Software	- Berechnung
- Punktversicherung LFP3	- Messanlage	- Grosse $w_i$ , Massnahmen/Nachmessungen
- Instrumentarium	- Messungen	- Begründung von individuell zugeordneten grösseren mittl. Fehlern
- Prüfung Instrumentarium	- GNSS-Methode	
	- Probleme mit GNSS	
	- Netzlagerung	

### Zwischenverifikation

- Dem ARV werden vor den weiteren Berechnungen folgende Unterlagen zur Beurteilung vorgelegt:
  - Oben erwähnter Plan (Pläne)
  - Resultat der vermittelnden (nicht robusten) weich gelagerten Ausgleichung
  - Messprotokolle der GNSS-Software (z.B. Excel-Tabelle auf Diskette, mit Punktnummer, Versicherungsart, Y, X, H, Qualität/m.F., Anzahl Epochen oder Messdauer, Sessionsnummer (Mindestinhalt unterstrichen))
  - Begleitbericht
- Die gezwängte Ausgleichung in Lage und Höhe (ohne Kippung) liefert bei homogenen Anschlusspunkten die definitiven Lagekoordinaten in LV95 und Höhen in LN02. Die Koordinaten in LV03 liefert die Transformation LV95 → LV03 mittels FINELTRA (CHENyx06).
- Werden nach der Transformation in LV03 Klaffungen zu den bestehenden LV03-Koordinaten festgestellt, ist zu prüfen ob, zusätzlich eine Interpolation der AV-Daten vorgenommen oder die bestehende Vermessung aufgearbeitet werden muss.
- In der Nachführung kann ausnahmsweise direkt in LV03 ausgewertet werden. Wenn die Koordinaten der Anschlusspunkte Zwänge aufweisen, sind die definitiven Lagekoordinaten allenfalls durch Interpolation der Resultate aus dem weich gelagerten Netz zu bestimmen.

### Dokumentation

- Darstellung der Fehlerellipsen in adäquatem Massstab, in der Regel 1:1, auf einem Übersichtsplan, üblicherweise Lage und Höhe getrennt. Die allfällige Darstellung der Zuverlässigkeitsrechtecke auf dem Übersichtsplan ist mit dem ARV abzusprechen.
- Bei Erneuerungsarbeiten: Koordinatenvergleich alte PP-Koordinate – neue Koordinate LFP3/Hilfsfixpunkt. Darstellung der Differenzvektoren 1:1 auf Übersichtsplan.

### Verifikation definitive Berechnung

Die definitive Berechnung ist dem ARV zur Verifikation vorzulegen, bevor weitere Informationsebenen bearbeitet werden.

## 8. Abzuliefernde resp. bereitzuhaltende Akten

- Evtl. Prüfprotokolle der Instrumente (z.B. von Eichstrecke Distanzmesser)
- Stationsprotokolle
- Messprotokolle
- Punkteplan (Übersichtsplan) mit Darstellung der Anschluss- und Neupunkte, Differenzvektoren auf den Anschlusspunkten 1:1, Visuren der terrestrischen Messungen
- Übersichtsplan mit Fehlerellipsen 1:1 und evtl. Zuverlässigkeitsrechtecken
- Vollständige Unterlagen der weich oder frei gelagerten Ausgleichung und der definitiven Berechnung (gezwängte Ausgleichung sowie Bezugsrahmenwechsel mit FINELTRA; bei direkter Auswertung in LV03 gezwängte Ausgleichung oder Interpolation der weich gelagerten Berechnung). Diese Unterlagen werden dem Unternehmer zurückgegeben.
- Erneuerung: Übersichtsplan mit Differenzvektoren PP-Koordinate / neue LFP3/4-Koordinate
- Interlis-Transfer-File mit den vollständigen Angaben aller Fixpunkte
- Begleitbericht