

## **RICHTLINIEN FÜR DIE BEURTEILUNG UND DIE UEBERFÜHRUNG VON BESTEHENDEN GRENZPUNKTINFORMATIONEN**

### **Inhalt:**

1. Einleitung
2. Vorgehen allgemein
3. Alte und neue Anforderungen
  - 3.1 Alte Anforderungen
  - 3.2 Neue Anforderungen
  - 3.3 Vergleich alte - neue Anforderungen
4. Bestandesaufnahme
  - 4.1 Charakterisierung bestehender Grenzpunkte
  - 4.2 Mögliche Fehlerursachen
  - 4.3 Zusammenstellung der wichtigsten Informationen über die Grenzpunkte
5. Beurteilung
  - 5.1 Allgemeines
  - 5.2 Beurteilungselemente
  - 5.3 Generelle Beurteilung
6. Massnahmen
  - 6.1 Ueberblick über mögliche Massnahmen
  - 6.2 Erläuterungen zu den möglichen Massnahmen
  - 6.3 Weitere Massnahmen im Hinblick auf die neuen Vorschriften
7. Dokumentation

### **Anhang:**

- A1: Erhebungsformular für die Beurteilung bestehender GP-Informationen
- A2: Formular für die Zusammenstellung der Lagedifferenzen und Kontrollmasse
- A3: Entscheidungsschema

## 1. Einleitung

Die vorliegenden Richtlinien sollen dazu beitragen, bestehende Grenzpunktinformationen möglichst rationell beurteilen zu können, ob sie den neuen Anforderungen genügen. Ist dies nicht oder nur teilweise der Fall, so sollen Vorschläge für gegebenenfalls zu treffende Massnahmen aufgezeigt werden. Diese Tätigkeiten sind wichtige Bestandteile des Vorprojektes zur Realisierung der Informationsebene "Liegenschaften". Die den Richtlinien beiliegenden Erhebungsformulare A1 bis A3 sind dabei zu verwenden.

Die Richtlinien gehen davon aus, dass Projekte mit grösseren Perimetern (zB. Gemeinden, Baugebiete), analog der Ersterhebung, bearbeitet werden.

Eine Qualitätsverbesserung im Sinne einer besseren Erfüllung der Anforderungen ist in der Regel nicht anzustreben, hingegen sind entdeckte grobe und systematische Fehler zu eliminieren.

Eine Voraussetzung für die Uebernahme bestehender Grenzpunktkoordinaten, resp. für die Berechnung mit bestehenden Messungen, ist der Bezug zu einem Fixpunktnetz, das den neuen Anforderungen genügt. Dh. eine Beurteilung des Fixpunktnetzes muss erfolgt sein. Mangelhafte Fixpunktnetze müssen vorgängig separat oder gemeinsam mit den Grenzpunkten saniert werden.

Jeder Entscheid für eine Massnahme muss auf einer seriösen Beurteilung der Ausgangslage basieren.

Schwergewichtig werden terrestrische Vermessungen in der TS2/3 behandelt.

Es wird nur die definitive Uebernahme behandelt (ohne prov. Numerisierung).

## 2. Vorgehen allgemein

Für die Beurteilung und Ueberführung bestehender Grenzpunkte wird ein stufenweises Vorgehen vorgeschlagen:

- Bestandesaufnahme im Büro (mit Hilfe der beiliegenden Formulare A1 und A2)
- Auflisten der vorliegenden Probleme
- Allfällige weitere Bestandesaufnahme im Feld (Kennzeichnung der Grenzpunkte)
- Allfällige Durchführung einer Ursachenanalyse und Erstellung eines Massnahmenkataloges (gemäss beiliegendem Entscheidungsschema A3)
- Entscheidung über das weitere Vorgehen

Die durchgeführten Arbeiten, die Resultate der Analyse und die Entscheidung über das weitere Vorgehen mit Begründung sind in einem Bericht festzuhalten.

### 3. Alte und neue Anforderungen

Als Grundlage und zusätzliche Hilfe für die Beurteilung werden nachfolgend die alten und neuen Anforderungen zusammengestellt und verglichen.

Die Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsangaben sowie die Toleranzen beziehen sich auf die Abbildung der Realität in das Modell der amtlichen Vermessung (wie genau, resp. zuverlässig muss die Abbildung mindestens sein).

#### 3.1 Alte Anforderungen

Die Fehlergrenzen richteten sich nach den Instruktions- oder Genauigkeitsgebieten und wurden in Abhängigkeit der Aufnahme- und Kontrollverfahren definiert:

Ausgabe 1913	Instruktionsgebiete	I		II		III
Ausgabe 1965	Instruktionsgebiete	I		II		IIIW
Nachtrag 1976	Genauigkeitsstufen	1	2	3		4

- **Genauigkeit:** Sie wurde durch die Anforderungen an die Aufnahme- und Kontrollverfahren festgelegt.

Durch den Nachtrag 1976 wurden bezüglich Genauigkeit keine wesentlichen Mehranforderungen eingeführt.

Die Anforderungen der Genauigkeitsstufe 2 entsprechen ungefähr denjenigen des Instruktionsgebietes II, sofern die Aufnahmedistanzen unterhalb 70m liegen.

Im Nachtrag 1976 wurden folgende Fehlergrenzen festgelegt:

Doppelaufnahmen/Einrechnungen/Kontrollmasse:

Genauigkeitsstufe:	1	2	3	4
Fehlergrenze (cm):	6	10	16	40

Mehrfachaufnahmen:	Genauigkeitsstufe:	1	2	3	4
	Fehlergrenze (cm):	9	15	24	60

Punkteinschaltung:	Genauigkeitsstufe:	1	2	3	4
	Fehlergrenze (cm):	4	5	8	20

Bei halbgrafischen Vermessungswerken wurde die erreichte Aufnahme-genauigkeit nicht dokumentiert. Die Kontrolle erfolgte bei Doppel- und Mehrfachaufnahmen direkt beim Planauftrag ( $< 0.05\text{mm}$ ) oder bei Kontrollmassen nachträglich durch Planabgriff ( $< 0.1\text{mm}$ ).

Bei teil- und vollnumerischen Vermessungswerken wurde die Aufnahme-genauigkeit wie nachstehend aufgezeigt, in Form eines Genauigkeitsnachweises gemäss den Weisungen für die Anwendung der automatischen Datenverarbeitung in der Parzellarvermessung vom 28.11.1974, im weitern 'ADV-Weisungen 74' genannt, dokumentiert:

- a) Mehrfache unabhängige Punktbestimmung:
    - Liste der max. zulässigen Differenzvektoren mit Prozent-Angabe der massgeblichen Fehlergrenzen.
    - Statistik der max. Differenzvektoren mit Klasseneinteilung und Häufigkeit.
  - b) Kontrollmassvergleich:
    - Liste der Differenzen (Kontrollmass abzüglich Wert aus Koordinaten) mit Prozent-Angabe der Fehlergrenzen.
    - Statistik der Differenzen mit Klasseneinteilung und Häufigkeit.
  - c) Punkteinschaltung:
    - Liste der Restfehlervektoren mit quadratischem Mittelwert und Prozent-Angabe der Fehlergrenzen für max. Fehlervektoren.
    - Statistik der Restfehlervektoren mit Klasseneinteilung und Häufigkeit.
- **Zuverlässigkeit:** Sie wurde durch die vorgeschriebenen Aufnahme- und Kontrollverfahren gewährleistet. Bei halbgrafischen Vermessungswerken wurde sie indirekt durch streng vorgeschriebene Arbeitsabläufe und unabhängige Kontrollen des Planauftrages und bei teil- und voll-numerischen Operaten durch die statistischen Angaben innerhalb der Genauigkeitsnachweise sichergestellt.

### 3.2 Neue Anforderungen

- **Genauigkeit:** Die Anforderungen sind festgelegt durch die Toleranz für die grosse Halbachse der mittleren Fehlerellipsen (MFA) der Grenzpunkt-Koordinaten bezüglich den Anschlusspunkten.

Es sind folgende Werte massgebend:

Lagegenauigkeit für exakt definierte Punkte:

TS2: mF =  $\pm 3.5$  cm, TS3: mF =  $\pm 7.1$  cm, TS4: mF =  $\pm 14.1$  cm,  
TS5: mF =  $\pm 34.5$  cm

Lagegenauigkeit für nicht exakt definierte Punkte:

TS2: mF =  $\pm 20.0$  cm, TS3: mF =  $\pm 30.0$  cm, TS4: mF =  $\pm 40.0$  cm,  
TS5: mF =  $\pm 50.0$  cm

*Annahmen: Die Fehler sind normalverteilt; es treten keine groben oder systematischen Fehler auf; Stichprobe genügend gross. Die Bestimmung eines mittleren Fehlers der Punktlage in beliebiger Richtung führt dann auf eine Fusspunktkurve. Diese definiert eine Ellipse, die als übliches Genauigkeitsmass verwendet wird (mittlere Fehlerellipse nach Helmert). Sie repräsentiert eine Linie gleicher Wahrscheinlichkeitsdichte (entspricht relativer Häufigkeit bei diskreten Verteilungen). Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Realisierung innerhalb der Fläche der Fehlerellipse liegt beträgt ca. 40 % [Helmert, 1868].*

Neben der mittleren Fehlerellipse wird als Genauigkeitsmass auch der mittlere Punktfehler  $M$  nach Helmert verwendet.  $M = \sqrt{A^2 + B^2}$  ( $A =$  grosse,  $B =$  kleine Halbachse der mittleren Fehlerellipse). Der mittlere **lineare Punktfehler** in beliebiger Richtung beträgt  $M/\sqrt{2}$ . Wenn wir  $A=B$  annehmen, wird der lineare Punktfehler gleich der grossen Halbachse  $A$  der mittleren Fehlerellipse (resp. dem Radius  $A$  des mittleren Fehlerkreises).

- **Zuverlässigkeit:** Die Anforderungen sind festgelegt durch Vorgabe der maximal zulässigen äusseren Zuverlässigkeit (5-fache MFA) für die Koordinaten. Sie wird gewährleistet durch geeignete überschüssige und unabhängige Punktbestimmungen sowie durch Einhaltung der maximal zulässigen standardisierten Verbesserungen der Messungen. Der Nachweis wird rechnerisch durch die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate geliefert.

### 3.3 Vergleich alte - neue Anforderungen

- Zuordnung der Toleranzgebiete für die Grenzpunkte:

GS 1	TS I	alt	-->	TS 1	neu
GS 2	TS II	alt	-->	TS 2	neu
GS 3	TS II	alt	-->	TS 3	neu
GS 4	TS III	alt	-->	TS 4	neu
			-->	TS 5	neu

- **Genauigkeit:** Damit aufgrund der Genauigkeitsnachweise (Toleranzausnutzung) Aussagen über die Erfüllung der neuen Anforderungen gemacht werden können, muss der Zusammenhang zwischen den alten und neuen Toleranzen untersucht werden.

Den neuen Anforderungen sind folgende Annahmen zugrunde gelegt:

alte Anforderungen Tol. GS 2 <==> neue Anforderungen TS 2

Werden bei der Ueberführung von halbgrafischen Vermessungswerken die Punktkoordinaten weiterhin nach altem Verfahren gemäss den ADV-Weisungen 74 ermittelt, sind die nachstehenden maximal zulässigen Toleranzwerte massgebend:

Doppelaufnahmen/Einrechnungen/Kontrollmasse:

Genauigkeitsstufe:	1	2	3	4	5
Fehlergrenze (cm):	*	10	21	42	104

Mehrfachaufnahmen:	Genauigkeitsstufe:	1	2	3	4	5
	Fehlergrenze (cm):	*	15	31	63	156

Punkteinschaltung:	Genauigkeitsstufe:	1	2	3	4	5
	Fehlergrenze (cm):	*	5	10	21	52

\* kantonal geregelt

Aus Doppelaufnahmen erhalten wir Lagedifferenzen  $d_j$ . Wir betrachten, da sie für alle Punkte unter ähnlichen Bedingungen zustande kommen, alle  $d_j$  als eine Stichprobe. Jedes  $d_j$  repräsentiert im Normalfall zwei gleich genaue Realisierungen mit den Verbesserungen  $v_{j1}=v_{j2}=d_j/2$ . Die Verteilung dieser  $v_j$  ist zu vergleichen mit den Anforderungen: Dh. rund 68 % aller  $v_j$  müssen innerhalb  $A$ , 100 % innerhalb  $3A$  liegen (Annahme: Linearer mittlerer Fehler,  $M/\sqrt{2} = A$ ).

Vermessungswerke, die nach den ADV-Weisungen 74 ausgeführt worden sind und deren Anforderungen erfüllen, genügen bezüglich Genauigkeit auch den neuen Anforderungen.

- **Zuverlässigkeit:** Es kann davon ausgegangen werden, dass Grenzpunkte bis zur Klasse 4 der ADV-Weisungen 74 zuverlässig sind. Exakt definierte Grenzpunkte der Klasse 5 und 6 genügen jedoch den neuen Anforderungen nicht.

Vermessungswerke, die nach den ADV-Weisungen 74 ausgeführt worden sind und deren Anforderungen erfüllen, genügen bezüglich Zuverlässigkeit auch den neuen Anforderungen.

## 4. Bestandesaufnahme

### 4.1 Charakterisierung bestehender Grenzpunkte

Die technologische Entwicklung im Vermessungswesen schlägt sich auch in der Darstellung, Verwendungsmöglichkeit und Qualität der Grenzpunkte nieder. Die Charakterisierung der Grenzpunkte soll einen Ueberblick über die verschiedenen eingesetzten Messungs-, Erfassungs-, Auswertungs- sowie Darstellungsarten und Kontrollverfahren geben. Dies soll eine gewisse Typisierung der Grenzpunkte ermöglichen, mit dem Ziel, die Beurteilung und die Wahl allfällig zu treffender Massnahmen zu vereinfachen.

#### Kennzeichnung

Die Qualität der Kennzeichnung der Grenzpunkte kann sehr unterschiedlich sein. Sie hängt von der ursprünglichen Qualität, vom Alter der Vermessung, der Intensität und Qualität der Nachführung sowie der Zuverlässigkeit des Meldewesens ab.

#### Graphische Operate

Graphische Operate sind an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Da sie in der Regel nicht über ein Fixpunktnetz verfügen und meist keine definitive Anerkennung durch den Bund vorliegt, ist eine Erneuerung im Sinne einer Uebernahme bestehender Grenzpunkte nicht möglich.

## **Halbgraphische Operate**

Vom Bund anerkannte halbgraphische Operate verfügen über ein versichertes und gerechnetes Fixpunktnetz. Solche Operate stammen meistens aus der Zeit zwischen 1919 und 1974 und basieren auf dem Bezugssystem der schweizerischen Landesvermessung.

Die Grenzpunkte wurden im Feld nach der Orthogonal- oder Polarmethode vermessen. Vielfach handelte es sich um eine Einfachaufnahme, es wurden sehr viele Grenz- und Kontrollmasse gemessen. Die Qualität der Richtungsmessungen war normalerweise gut, jene für die Distanzmessungen (Messband, optische Distanzmessungen) gegenüber heute deutlich schlechter.

Eine Berechnung von Grenzpunkt- und Situationspunktkoordinaten erfolgte nicht. Allfällige heute vorhandene Koordinaten resultieren aus der Nachführung oder Umkartierungen (siehe weiter unten).

Als Originalpläne wurden sowohl Kartonpläne und später nur noch Aluminiumtafeln verwendet. Diese Pläne liegen in der ganzen Massstabsbreite von 1:200 bis 1:10'000 vor.

Der Planauftrag für Grenzpunkte erfolgte mit Orthogonal-, resp. Polarkoordinatographen. Die Kontrolle der Grenzpunkte war eine rein graphische auf dem Plan. Bei der selteneren Doppelaufnahme war es der zweifache Planauftrag (Auftrag und Kontrolle), im Normalfall wurde die Einfachaufnahme mittels Grenz- und Kontrollmassen (Abgriff auf dem Plan) kontrolliert. Ein Protokoll dazu gab es nicht.

Die Nachführung erfolgte nach den gleichen Methoden. Während der vergangenen 10 bis 20 Jahren wurden vermehrt Grenzpunktkoordinaten gerechnet, so dass heute solche Werte vorliegen. Diese sind allerdings unvollständig und meist ohne Systematik erstellt worden.

Bei Umkartierungen ab ca. 1975 wurden zwar fast immer Grenzpunktkoordinaten gerechnet, jedoch vielfach ohne vorangehende Fixpunktrevision.

## **Teilnumerische und vollnumerische Operate**

Teilnumerische und vollnumerische Operate sind vom Bund anerkannte Vermessungen und stammen normalerweise aus der Zeit nach 1974 (siehe "Weisungen für die Anwendung der automatischen Datenverarbeitung in der Parzellarvermessung", 28.11.1974). Sie basieren auf dem Bezugssystem der schweizerischen Landesvermessung.

Die Grenzpunkte wurden im Feld nach der Polarmethode, seltener nach der Orthogonalmethode vermessen. Meist handelte es sich um eine Doppelaufnahme, es wurden eher wenige Grenz- und Kontrollmasse gemessen. Die Qualität der Messungen war für Richtungen und Distanzen gut. Nur in wenigen Operaten dürften die qualitativ schlechteren, rein optischen Distanzmessgeräte verwendet worden sein.

Für die Grenzpunkte liegen aus den Messungen gerechnete Lagekoordinaten Y und X vor. Die Kontrolle der Berechnungen erfolgte mit Hilfe der Doppelaufnahmen oder Kontrollmasse. Die Abweichungen wurden als Genauigkeitsnachweis in Form einer statistischen Zusammenstellung dargestellt.

Als Attribute zu den Grenzpunkten wurden eine Punktnummer, die Bestimmungsklasse und der Art-Code geführt. Dabei wurden für die Numerierung der Punkte unterschiedliche Numerierungseinheiten und Strukturen gewählt. Zur Hauptsache gelangten die planweise-, stationsweise-, blockweise- und die fortlaufende Numerierung zur Anwendung.

Als Originalpläne wurden Aluminiumtafeln verwendet, bei vollnumerischen Werken auch verzugsarme transparente Folien. Diese Pläne liegen in der ganzen Massstabsbreite von 1:200 bis 1:10'000 vor.

Der Planauftrag für Grenzpunkte erfolgte auf Grund der gerechneten Koordinaten in der Regel automatisch mit Präzisions-koordinatographen resp. Präzisionsplottern.

Die Nachführung der Grenzpunkte hat einen unterschiedlichen Stand:

- keine Berechnungen der Grenzpunktkoordinaten im Rahmen der Nachführung
- Koordinatenberechnungen mit Hilfe eines Taschenrechners, Nachführung der Koordinatenlisten von Hand; Genauigkeitsnachweis fehlt zum Teil oder ist nicht nachvollziehbar.
- Koordinatenberechnung mit Hilfe eines EDV-Systems und gleichzeitig Speicherung der Resultate; Genauigkeit und Zuverlässigkeit ausgewiesen.

### **Photogrammetrische Operate**

Photogrammetrische Operate können vom Bund anerkannte Vermessungen sein, verfügen über Koordinatenwerte für die Grenzpunkte, verfügen jedoch nicht in jedem Fall über ein versichertes und gerechnetes Polygonnetz. Solche Operate bedürfen einer besonders sorgfältigen und individuellen Beurteilung für eine allfällige Uebernahme vorhandener Grenzpunkte.



## 4.2 Mögliche Fehlerursachen

Für die Analyse ist es hilfreich, eine Uebersicht über mögliche Fehlerursachen zu haben. Je nach Messungs-, Erfassungs- und Auswertungsart sowie Kontrollverfahren können die folgenden Fehler auftreten:

- Identifikationsfehler
- Fehler im Umgang mit Instrumenten (Gerätefehler, Zentrierfehler, Horizontierfehler usw.)
- Fehler im Umgang mit Messungen (Ablesefehler, Schreibfehler, Uebertragungsfehler usw.)
- Fehler bei der Beurteilung des Fixpunktnetzes als Grundlage für die Grenzpunkte
- Fehler in der Planbearbeitung (Planauftrag, Kontrollmassabgriff, Planverzug)
- Ungenügende Aufnahmekontrolle (Grenzpunkte in Gebäuden, Brandmauern, Bäche, natürliche Grenzen, fehlende oder unwirksame Kontrollmasse)
- Ungenügende Genauigkeit, Toleranzüberschreitungen (zu grosse Differenzen bei der Mittelbildung von Doppelaufnahmen, fehlerhafte Kontrollmasse)
- Fehler in der Numerierung der Grenzpunkte, Mehrfachnumerierung für gleiche Punkte, ungenügende Aktualität der Grenzpunkte (nicht nachgeführte Stationsblätter, nicht gelöschte Koordinaten ungültiger Grenzpunkte)
- Durch lokale Rutschungen, Verschiebungen im Laufe der Zeit, Einwirkungen von Bauarbeiten, ungenügende Rekonstruktionen usw. kann die Lageidentität von Grenzpunkten leiden.

## 4.3 Zusammenstellung der wichtigsten Informationen über die Grenzpunkte

Informationsquellen sind in erster Linie:

- Verifikationsberichte
- Unternehmerberichte
- gesamte Dokumentation zum Fixpunktnetz
- Messprotokolle (Handrisspläne, Stationsblätter)
- Berechnungsakten, Fehlerstatistiken
- Grundbuchplan
- Nachführungsakten
- Erfahrungen des Nachführungsgeometers
- Erfahrungen der Verifikationsinstanz

## 5. Beurteilung

### 5.1 Allgemeines

In diesem Kapitel sollen Hinweise gegeben werden, wie die Beurteilung erfolgen kann:

- Generell ist zuerst abzuklären welchen neuen Anforderungen die Grenzpunkte zu genügen haben (evtl. Zuordnung zu einer anderen Toleranzstufe).
- Es sind nur diejenigen Elemente, die im Hinblick auf allfällige Massnahmen von Bedeutung sind, zu beurteilen.
- Entscheidend ist immer der Bezug Büro - Feld (der über das Fixpunktnetz realisiert wird).
- Im zu beurteilenden Operat sind Rutschungszonen auszuscheiden.
- Schwierig zu beurteilen sind vor allem die Elemente, die aus der **Nachführung** entstanden sind: Sie sind, besonders in Gebieten mit intensiver Nachführung, prioritär zu untersuchen.

### 5.2 Beurteilungselemente

**Kennzeichnung:** Diese Beurteilung ist nur notwendig, wenn Massnahmen mit Feldmessungen vorgesehen sind. Dies kann entweder im Zusammenhang mit einer Revision des Fixpunktnetzes (zusätzliche Referenzpunkte Feld - Büro, Passpunkte für Transformationen, LFP-Rekonstruktionen) oder bei gezielter Fehlersuche, resp. Fehlerbehebung geschehen. Sie wird nur in den seltensten Fällen systematisch über grössere, zusammenhängende Gebiete durchgeführt werden müssen.

Die Beurteilung umfasst Art und Zustand der Kennzeichnung (Stein, Bolzen, usw., resp. in Ordnung, beschädigt/schief, zerstört, nicht gefunden usw.) sowie die Lageidentität (aufgrund von Plausibilitäts-Merkmalen). Das Resultat soll auf einem Plan dargestellt werden (zB. Handrisskopie).

**Messungen** (ursprüngliche, aus der Nachführung stammende): Ihre Beurteilung ist notwendig für den Entscheid ob die Messungen zur Ermittlung der Koordinaten verwendet werden können oder nicht. Bei vorhandenen GP-Koordinaten erfolgt die Beurteilung vor allem aufgrund der Berechnungen.

Hinweise können geben:

- Eingesetztes Instrumentarium: ursprünglich, in der Nachführung
- Aufnahmemethoden (orthogonal, polar, terrestrisch kombiniert mit Photogrammetrie): ursprünglich, in der Nachführung.
- Koordinatenberechnung bei der Ersterhebung (teil- und vollnumerische Werke)
- Kontrollen (Doppelaufnahmen, Kontrollmasse, Bezug zu Situationspunkten): ursprünglich, in der Nachführung.
- Qualität und Vollständigkeit der Dokumentation: ursprünglich, in der Nachführung

- Erfahrung aus der Nachführung (Kontrollmessungen, lokale, mutationsweise Koordinatenberechnungen)
- Intensität der Nachführung
- Durchgeführte Umkartierungen/Erneuerungen

**Berechnung:** Berechnete Grenzpunkte (aus Ersterhebung, Umkartierung/Erneuerung, Nachführung) sind im Hinblick auf ihre Uebernahme zu beurteilen. Vorgängig ist das LFP-Netz zu beurteilen. Für die Uebernahme der berechneten Grenzpunkte muss das letztere den Anforderungen genügen.

Grundsätzlich können nur verifizierte berechnete Grenzpunkte übernommen werden.

Hinweise können geben:

- Projektionssystem
- Zeitpunkt der Berechnungen
- Qualität der Dokumentation (Vollständigkeit, Les- und Interpretierbarkeit)
- Wurden die Berechnungen von der Vermessungsaufsicht verifiziert (Verifikationsberichte/Unternehmerberichte für Ersterhebung, Umkartierung/Erneuerung, Nachführung)?
- Eingesetzte Berechnungsmittel (manuell, rechnergestützte Berechnung ohne Speicherung, EDV-Berechnung mit Speicherung)
- Konsistenztests in Berechnungs-Software (Doppelnúmerierung, ungültige Punkte, Grenzlinientest und Kontrollzeichnungen sofern vorhanden)
- Vorliegende Kontrollausweise (zB. Doppelaufnahmen, Kontrollmasse mit Fehlerstatistik)
- Welche Grenzpunkte sind exakt, resp. nicht exakt definiert (unterschiedliche Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen)
- Nachführung der Daten (Erhaltung der Datenintegrität: zB. betriebliche und organisatorische Massnahmen)

**Genauigkeit- und Zuverlässigkeit:** Sowohl bei bereits berechneten als auch bei noch zu berechnenden Grenzpunkten ist zu beurteilen, ob und wie weit die Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen erreicht, resp. zu erreichen sind.

Ueber die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von durch Abgriff aus Originalplänen (oder Kopien davon) entstandenen Grenzpunktkoordinaten können ohne Bezug von Feldmessungen keine Aussagen gemacht werden.

Für die Beurteilung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit werden die gleichen Elemente, die unter "Berechnung" aufgeführt wurden, verwendet.

**Bemerkung:**

- Die **Genauigkeit** kann aufgrund des eingesetzten Instrumentariums usw. (s. Beurteilung der Messungen) beurteilt werden.
- Exakt definierte Grenzpunkte für die eine Bestimmungsklasse 3 oder 4 (gemäss ADV-Weisungen) ausgewiesen wird, erfüllen in der Regel die neuen Qualitätsanforderungen. Grenzpunkte der Bestimmungsklasse 5 (einfache Bestimmung ohne unabhängige Lagekontrolle) genügen den Zuverlässigkeitsanforderungen in der Regel nicht. Für die Beurteilung der Zuverlässigkeit können in Einzelfällen auch Plausibilitätsmerkmale herangezogen werden.
- Bei nicht exakt definierten Grenzpunkten (natürliche Eigentums-  
grenzen) bietet die Beurteilung der Zuverlässigkeit Probleme, weil die Feldaufnahmen vielfach ohne Kontrollen durchgeführt wurden (Bestimmungsklasse 5 gemäss ADV-Weisungen). Die Anforderungen sind hier jedoch wesentlich weniger hoch. So können hier zB. Plausibilitätsmerkmale, Begehungen, Luftbilder aus der Zeit der Erhebung für die Beurteilung dienen. In extremen Fällen ist für die Beurteilung eine Neuerhebung notwendig.

**Pläne:** Ihre Beurteilung ist vor allem dann wichtig, wenn sie als Grundlage für die Erhebung der Grenzpunktkoordinaten dienen sollen.

Hinweise können geben:

- Planträger (Material, Alter, Zustand, Verzug)
- Massstab
- Auftrag (manuell, automatisch, Kontrollen, Genauigkeit): ursprünglich, in der Nachführung, Umkartierung/Erneuerung.
- Darstellung: ursprüngliche, aus der Nachführung.

**Beurteilung aufgrund Erfahrungen mit vergleichbaren Werken:** Vielerorts bestehen bereits Erfahrungen aus Erneuerungen über die Qualität der Grenzpunkte. Für vergleichbare Werke (zB. Epoche, Region, Grundlagen, Instrumentarium, Geometer gleich) können Beurteilungen und Massnahmen beigezogen werden.

### 5.3 Generelle Beurteilung

Das Resultat der Untersuchungen sollte eine generelle Beurteilung erlauben:

- Die Anforderungen werden ganz erfüllt
- Die Anforderungen werden weitgehend erfüllt
- Die Anforderungen werden nur teilweise erfüllt
- Die Anforderungen werden ganz oder weitgehend nicht erfüllt

## 6. Massnahmen

### 6.1 Ueberblick über mögliche Massnahmen

Im wesentlichen sind folgende Massnahmen möglich:

1. Uebernahme der vorhandenen Koordinatenwerte.
2. Transformation (inkl. Interpolation) bestehender Koordinatenwerte (mit allfällig notwendigen Ergänzungsmessungen für die Bestimmung von Passpunkten).
3. Berechnung resp. Neuberechnung mit bestehenden Messungen (ursprüngliche und aus der Nachführung stammende).
4. Gezielte Ergänzungs- und Nachmessungen mit anschliessender Berechnung resp. Neuberechnung mit bestehenden und neuen Messungen.
5. Gezielter zusätzlicher Planabgriff zur Ergänzung der unvollständigen Messungen, die infolge mangelhafter Kennzeichnung im Felde nicht mehr erhoben werden können. Anschliessend evtl. Berechnung resp. Neuberechnung (mit bestehenden Messungen und abgegriffenen Werten).
6. Neuerhebung unabhängig von allfälligen bestehenden alten Messungen oder Koordinatenwerten.

### 6.2 Erläuterungen zu den möglichen Massnahmen

#### Massnahme 1: Uebernahme der vorhandenen Koordinatenwerte

Generelle Beurteilung: Die neuen Anforderungen werden ganz erfüllt.

- Die vorliegenden Koordinatenwerte liegen vollständig vor und basieren auf einem LFP3-Netz, das die neuen Anforderungen vollständig erfüllt.
- Die Qualität der Punktkoordinaten (Genauigkeit und Zuverlässigkeit) genügt den neuen Anforderungen und ist vollständig dokumentiert. D.h. die Messungen sowie die Berechnungen sind gut; rund 70%  $d_j < MFA$  nach neuer Ordnung resp.  $d_j < 1/3 \text{ Tol}$  entsprechend den ADV-Weisungen.
- Die Nachführung ist gut. Die Koordinatenwerte wurden vollständig ermittelt und dokumentiert.

### **Massnahme 2: Transformation bestehender Koordinatenwerte**

Generelle Beurteilung: Die neuen Anforderungen werden weitgehend erfüllt.

- Koordinatenwerte wie bei Massnahme 1 beschrieben,  
aber zusätzlich:
- LFP-Bezugspunkte erhalten vollständig oder teilweise neue Koordinaten (Revision) oder
- Wechsel des Koordinatensystems

Die Transformationen können auch lokal (Teilgebiete) durchgeführt werden.

Liegen nach der Transformation grössere Restfehler vor, so sollte durch eine nachträgliche Interpolation der Restklaffen die Nachbar-genauigkeit der Grenzpunkte zu den bestehenden Bezugspunkten verbessert werden.

### **Massnahme 3: Berechnung resp. Neuberechnung mit bestehenden Messungen**

Generelle Beurteilung: Die neuen Anforderungen werden nur teilweise erfüllt.

- Die Messungen sind gut und soweit vollständig, dass ein Qualitätsnachweis erbracht werden kann.
- Die Berechnung der Punktkoordinaten fehlt oder
- die vorhandenen Koordinatenwerte sind unsicher wegen
  - \* ungenügender Dokumentation der Berechnung (Nachführung!)
  - \* Berechnung basierend auf revisionsbedürftigem Fixpunktnetz

Das LFP-Netz ermöglicht eine gut Referenz alt - neu.  
Allfällige LFP3-Rekonstruktionsfehler können aufgedeckt und fehlerhafte Koordinatenwerte bereinigt werden.

### **Massnahme 4: Gezielte Ergänzungs- und Nachmessungen**

Generelle Beurteilung: Die neuen Anforderungen werden nur teilweise erfüllt.

- Messungen und Berechnungen wie vorgehend beschrieben, jedoch mit folgendem Unterschied:
- Der Qualitätsnachweis kann nicht vollständig erbracht werden (fehlende oder mangelhafte Messungen)

- Der Bezug zum aktuellen LFP-Netz kann zum Teil fehlen und muss mittels neuer Bezugspunkte wieder hergestellt werden.
- Die Kennzeichnung im Feld ist soweit in Ordnung, dass die fehlenden Messungen erhoben werden können.

Ergänzungs- und Nachmessungen sollten ausschliesslich auf das gültige LFP3-Netz abgestützt werden, um eine möglichst gute Lagereferenz Punktkoordinaten - Feld zu erhalten.

#### **Massnahme 5: Gezielter zusätzlicher Planabgriff**

Generelle Beurteilung: Die neuen Anforderungen werden nur teilweise erfüllt.

- Massnahmen wie unter 4 beschrieben, jedoch mit dem Unterschied, dass die Kennzeichnung im Feld nicht mehr genügt, um die fehlenden Messungen ermitteln zu können oder
- es liegen keine exakt definierte Grenzpunkte (natürliche Grenzen, Grenzen in Brandmauern etc.) vor.
- Die vorliegenden Plangrundlagen ermöglichen einen qualitativ genügenden Planabgriff.

#### **Nicht exakt definierte Grenzpunkte:**

Fehlen bei nicht exakt definierten Grenzpunkten die Koordinatenwerte und sind diese nur indirekt bestimmbar (z.B. Grenzverlauf in einer Brandmauer), können die Werte direkt mittels Planabgriff erhoben werden, sofern die Abgriffsgenauigkeit den Anforderungen genügt.

Der Zuverlässigkeitsnachweis von nicht exakt definierten Grenzpunkten kann in den meisten Fällen mit den vorliegenden Messungen nicht erbracht werden. Auf zusätzliche Messungen sollte dennoch verzichtet werden.

Eine Kontrolle durch Planvergleich mittels Kontrollzeichnung und mittels zusätzlichen Plausibilitätskontrollen sollten für den Zuverlässigkeitsnachweis weitgehend genügen.

#### **Exakt definierte Grenzpunkte:**

Fehlen bei exakt definierten Grenzpunkten die Koordinatenwerte und sind diese nur mit unverhältnismässig grossem Aufwand zu bestimmen (z.B. Orthogonalaufnahmen auf Hilfsaufnahmelinien), können die Werte direkt mittels Planabgriff ermittelt werden, sofern die Abgriffsgenauigkeit den Anforderungen genügt.

Geometrische Bedingungen wie ausgleichende Gerade, Rechtwinkligkeit oder Flächenbedingungen (sofern diese qualitativ genügen), sollten berücksichtigt werden, da dadurch die Lagegenauigkeit der abgegriffenen Punktkoordinaten in den meisten Fällen ganz wesentlich verbessert werden kann und zudem zusätzliche Zuverlässigkeitsangaben ermöglicht werden.

Kann der Zuverlässigkeitsnachweis nicht erbracht werden, ist analog der nicht exakt definierten Grenzpunkte vorzugehen.

### Massnahme 6: Neuerhebung

Generelle Beurteilung: Die neuen Anforderungen werden ganz oder weitgehend nicht erfüllt.

- Die Messungen sind ungenügend und heterogen und basieren auf einer generell schwachen LFP-Netzanlage.
- Die Genauigkeitsanforderungen können grösstenteils nicht eingehalten werden. Mehrheitlich  $d_j > 2$  MFA nach neuer Ordnung resp.  $d_j > 2/3$  Tol entsprechend den ADV-Weisungen.

### 6.3 Weitere Massnahmen im Hinblick auf die neuen Vorschriften

Um den neuen Vorschriften zu genügen muss eine Anpassung der Struktur und der Attributierung gemäss Datenkatalog vorgenommen werden:

- Regelung der Zuordnung Bestimmungsklasse zu Genauigkeit und Zuverlässigkeit.
- Zuordnung der alten Art-Code, Regelung einer allfälligen Nach Erfassung bisher nicht gespeicherter Art-Codes.
- Ergänzung durch neue Attribute, falls optional vorgesehen.
- Eventuell weitere Massnahmen, zB. falls Punktnummer durch Kanton als Mehranforderung verlangt wird.

Grenzpunkte sind Stützpunkte von Flächenobjekten der Ebene Liegenschaften. Von diesen Objekten sind in teil- und vollnumerischen Operaten schon sehr viele Daten vorhanden. Auch zu diesen Flächenobjekten müssen die Anforderungen bei der Uebernahme formuliert werden (zB. Einhaltung Topologie "Gebietsaufteilung", eindeutige Zuordnung von Liegenschaft und Liegenschaftsnummer) . Dies ist hingegen nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Im Sinne einer Uebergangslösung können die bisher angewandten Berechnungsprogramme bei der Erstellung, sowie in der Nachführung von AV93-Operaten weiterverwendet werden. Das Ergebnis einer Berechnung ist dann weiterhin mit der Bestimmungsklasse beschrieben, muss bei der **Speicherung** des Punktes dann allerdings zugeordnet werden zu Genauigkeit (Angabe mF mit Default-Wert, berechnet aus den fs oder manuelle Zuordnung, vor allem in der Nachführung) und Zuverlässigkeit (ja oder nein) wie bei einer Datenübernahme.



## 7. Dokumentation

Die Beurteilung bestehender Grenzpunktinformationen ist in einem Bericht zu dokumentieren. Er enthält:

- Zusammenstellung der wichtigsten Informationen (s. Erhebungsformular A1)
- Beschreibung der gemachten Untersuchungen mit entsprechenden Dokumenten (Differenzen-Statistik gemäss Formular A2, Uebersicht über den Zustand der Kennzeichnung) und Zusammenstellung der Resultate
- Generelle Beurteilung
- Wahl der zu treffenden Massnahmen mit Begründung

## Erhebungsformular für die Beurteilung bestehender GP-Informationen

Kanton ..... Gemeinde .....

Sachbearbeiter ..... Datum .....

Anforderungen neu, TS      1      2      3      4      5

Fixpunktnetz, Resultat der Beurteilung: .....

.....

### Ursprüngliche GP-Informationen

#### Allgemeine Angaben

Los-Nr. .... Ausführender Geometer .....  
Beobachter .....

Ausführungszeit ..... Fläche (ha) .....

Anforderungen alt (Instruktionsgebiet/Genauigkeitsstufe) .....

Projektionssystem ..... Anzahl GP total .....  
davon exakt definiert .....  
nicht exakt def. ....

Vorwiegende Nutzung .....

Art der Vermessung

             
halbgraphisch      teilnumerisch      vollnumerisch

Bemerkungen .....

.....

#### Kennzeichnung der Grenzpunkte

Anteil (%) Steine ..... Bolzen ..... Kreuze ..... Andere .....

Bemerkungen .....

.....

#### Messungen und Bestimmungsmethoden

*Polarmethode:*  
Richtung ..... Genauigkeit .....

Distanz ..... Genauigkeit .....

*Orthogonalmethode:*  
Distanz ..... Genauigkeit .....

*Photogrammetrie/kombiniert mit terr. Messungen:*

*Auswertung* ..... *Genauigkeit* .....

*Terr. Msg.* ..... *Genauigkeit* .....

*Bemerkungen* .....

.....

*Kontrollen, Anteil (%):*

*Mehrfachaufnahme* ..... *Kontrollmasse* .....

*Unkontrolliert* ..... *Andere* .....  
(zB. geom. Bedingungen)

*Mehrfachauswertung* .....  
(bei Photogrammetrie)

*Bemerkungen* .....

.....

*Prüfung der Messgeräte:*

*Theodolit*  *ja*  *nein*  *unbekannt*

*Distanzmessgerät*  *ja*  *nein*  *unbekannt*

*Messband*  *ja*  *nein*  *unbekannt*

*Andere*  *ja*  *nein*  *unbekannt*

*Bemerkungen* .....

.....

*Distanzreduktion*  *horizontiert*  *horizontiert/Meereshöhe*

*horizontiert*  *unbekannt*  
*Meereshöhe*  
*Projektionssystem*

*Bemerkungen* .....

.....

*Erfassungsart der Messungen*  *manuell*  *automatisch*

**Berechnung**

*Berechnungsart*     
*manuell* *rechnergestützt* *EDV-Berechnung*  
*ohne Speicherung* *mit Speicherung*

Qualitätsnachweis:

Statistik der Lagedifferenzen ..... der Kontrollmasse .....

Andere .....

Bemerkungen .....

Qualität der Dokumentation

ursprünglich

Nachführung

Messungen  gut  mangelhaft  gut  mangelhaft  
(Stationsprotokolle, Handrisse)

Berechnungen  gut  mangelhaft  gut  mangelhaft

Verifikationsakten  gut  mangelhaft  gut  mangelhaft

Unternehmerbericht  gut  mangelhaft  gut  mangelhaft

Bemerkungen .....

Nachführung

Allgemeine Angaben

Wechsel des Bezugssystems, Jahr .....

Umkartierung/Erneuerung, Jahr .....  
(mit/ohne FP-Revision)

Intensität der Nachführung Anzahl Mutationen .....

Anzahl Rekonstruktionen .....

Mutationsweise Koordinatenberechnung in halbgraphischen Werken .....

Eingesetzte EDV-Systeme .....

Massnahmen für die Erhaltung der Datenintegrität .....

Kennzeichnung der GP

Art der Kennzeichnung (vorwiegend) .....

Vorhandene GP-Zeichen in % (Schätzung) .....

Verteilung der vorhandenen GP-Zeichen .....

Lageidentität der vorhandenen GP-Zeichen  gut  im Feld zu überprüfen

Bemerkungen .....

---

Messungen und Bestimmungsmethoden

*Einführung neuer Messmittel*  
(zB. opt./elektroopt. Distanzmessung)

*Jahr* ..... *Art* .....  
*Genauigkeit* .....

*Jahr* ..... *Art* .....  
*Genauigkeit* .....

*Einführung neuer Messverfahren*  
(orthogonal/polar)

*Jahr* ..... *Art* .....

*Jahr* ..... *Art* .....

Bemerkungen .....  
.....

---

Berechnung

*Einführung neuer Methoden*

*Jahr* ..... *Art* .....

*Jahr* ..... *Art* .....

*Jahr* ..... *Art* .....

*Qualitätsnachweis:*

*Statistik der Lagedifferenzen* ..... *der Kontrollmasse* .....

*Andere* .....

Bemerkungen .....  
.....

---

Rutschgebiete .....  
.....  
.....

---

Generelle Erfahrungen des Nachführungsgeometers .....  
.....  
.....

---

Generelle Erfahrungen der Verifikationsinstanz .....  
.....  
.....

---

**Beurteilung bestehender GP-Informationen: Zusammenstellung der Lagedifferenzen und Kontrollmasse**

Gemeinde, Los : ..... Jahr ..... Geometer .....

Instrumentarium ..... TS alt ..... TS neu .....

Aufnahmeart	Anzahl Grenzpunkte	davon Toleranzausnutzung		
		0 - 40 %	40 - 70 %	70 - 100 %
Doppel-, resp. Mehrfachaufnahme				
Einfachaufnahme mit Kontrollmass				
Punkteinschaltung				
Einrechnung von Grenzpunkten				
unkontrolliert, exakt definiert		-----	-----	-----
unkontrolliert, nicht exakt definiert		-----	-----	-----

Quelle:  Schätzung  Hochrechnung aufgrund von Stichproben  Auszählung

Bemerkungen: .....  
 .....

