

RICHTLINIEN FÜR DIE BEURTEILUNG UND DIE UEBERFÜHRUNG VON BESTEHENDEN FIXPUNKTNETZEN IN RAV-KONFORME LFP3-NETZE

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 Netze
 - 4.2 Mögliche Fehlerursachen
 - 4.3 Zusammenstellung der wichtigsten Informationen über das Netz
5. Beurteilung
 - 5.1 Beurteilung der Kennzeichnung der Punkte im Feld
 - 5.2 Beurteilung des ursprünglichen Netzes
 - 5.3 Beurteilung der ursprünglichen Berechnung
 - 5.4 Beurteilung der Nachführung
 - 5.5 Beurteilung aufgrund Erfahrungen mit vergleichbaren Netzen
 - 5.6 Generelle Beurteilung des Netzes
6. Massnahmen
 - 6.1 Ueberblick über mögliche Massnahmen
 - 6.2 Hinweise für die Wahl der Massnahmen
 - 6.3 Beispiele für die Wahl von Massnahmen
 - 6.4 Weitere Massnahmen im Hinblick auf RAV
7. Dokumentation

Anhang:

- A0: Terminologie neu <---> alt
- A1: Erhebungsformular für die Beurteilung bestehender LFP3-Netze
- A2: Zusammenstellung der Zugsabschlüsse Fs
- A3: Entscheidungsschema für die zu treffenden Massnahmen
- A4: Musterbeispiel

1. Einleitung

Die vorliegenden Richtlinien stützen sich auf die Weisungen des EJPD für die Fixpunkte in der amtlichen Vermessung.

Sie sollen dazu beitragen bestehende Netze mit möglichst geringem Aufwand zielgerichtet beurteilen zu können. Je mehr Fixpunktnetze kurzfristig überführt werden können, desto besser sind die Voraussetzungen für eine rasche Realisierung der RAV, da die Fixpunkte als Grundlage für den Aufbau der übrigen AV-Ebenen dienen.

Die neuen Anforderungen an die LFP3-Netze haben sich gegenüber den alten nur unwesentlich geändert. Die Ueberführungsphase sollte daher genutzt werden, um nachgewiesene Mängel in bestehenden Netzen zu beheben und damit, wenn nötig, eine Qualitätsverbesserung zu erwirken. Es sind grundsätzlich Lösungen anzustreben, die sowohl technisch als auch finanziell vertretbar sind.

Die Richtlinien sollen einen Leitfaden für das Vorgehen zur Ueberprüfung der bestehenden Fixpunktnetze geben und Vorschläge für gegebenenfalls zu treffende Massnahmen aufzeigen. Sie gehen davon aus, dass grössere Perimeter (zB. Gemeinde, Baugebiete), analog der Ersterhebung, bearbeitet werden.

Dabei ist zu beachten, dass die Massnahmen nicht kurzfristigen Zielen dienen, sondern langfristig die Qualität der amtlichen Vermessung sichern sollen. Es ist wichtig, dass die notwendigen Investitionen unter diesem Gesichtspunkt beurteilt werden. Gerade für die Fixpunkte gilt: Im Zweifelsfalle diejenigen Massnahmen treffen, die sicherer zum Ziel führen. Dies gilt vor allem in Baugebieten.

2. Vorgehen allgemein

Für die Beurteilung und Ueberführung von bestehenden Fixpunktnetzen 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 (Zustand der Kennzeichnung)
- 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 miteinander verglichen. Dabei werden die drei Bereiche Kennzeichnung, Genauigkeit und Zuverlässigkeit unterschieden.

3.1 Alte Anforderungen

- **Kennzeichnung:** In der Regel ist jeder Polygonpunkt zu kennzeichnen. Die Punktdichte wird durch die Verhältnisse im Gelände bestimmt. Sekundäre Zeichen werden nicht verlangt.

- **Genauigkeit:** Sie ist durch Anforderungen an die Polygonzüge festgelegt.

- a) Fehlergrenzen für die **Abweichung** zweier unabhängiger Polygonseitenmessungen
- b) Fehlergrenzen für den **Winkelabschlussfehler** bei Polygonzügen
- c) Fehlergrenzen für den **linearen Abschlussfehler** bei Polygonzügen

Diese Fehlergrenzen wurden in Abhängigkeit der Instruktionsgebiete und je für Haupt-(HZ) und Nebenzüge (NZ) definiert (siehe Tabellen der Fehlergrenzen):

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

Formel für Winkelabschlussfehler	II/HZ 1913	$2.0 \sqrt{n}$ [c]
	II/HZ 1965	$2.0 \sqrt{n}$
	GS3/HZ 1976	$2.0 \sqrt{n}$

Beispiel: $n = 11$ Fehlergrenze = 6.6 c (10 Seiten à 100 m, 11 Winkel)
(n = Anzahl Stationen)

Formel für lin. Abschlussfehler (Fs)	II/HZ 1913	$0.01 \sqrt{s} + 0.1$ [m]
	II/HZ 1965	$0.01 \sqrt{s} + 0.1$
	GS3/HZ 1976	$0.01 \sqrt{s} + 0.1$

Beispiel: $s = 1000\text{m}$ Fehlergrenze Fs = 42 cm
(s = Zugslänge)

- **Zuverlässigkeit:** Sie wird durch vorgeschriebene Netzanlage (gestreckte Züge, max. Länge der Züge, Anschlüsse, Verknotungen, Hierarchie usw.) und Messanordnungen (Winkel in beiden Lagen, Distanzen hin und zurück) gewährleistet. Dokumentiert ist sie durch Netzplan und Messprotokolle.

3.2 Neue Anforderungen

- **Kennzeichnung:** Nur eine Auswahl von Punkten sind als LFP3 dauerhaft zu kennzeichnen (Richtdichte vorgegeben). Davon ist wiederum eine Auswahl mit sekundären Zeichen zu versehen.
- **Genauigkeit:** Die Anforderungen sind festgelegt durch die Toleranz für die grosse Halbachse der **Fehlerellipse (MFA) der Fixpunkt-Koordinaten** bezüglich den Anschlusspunkten (keine Unterscheidung nach Hierarchien!). Es werden 5 Toleranzstufen (TS) unterschieden, wobei die TS 2 und 3, resp. TS 4 und 5 zusammengefasst werden. Der Nachweis wird rechnerisch durch die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate geliefert.

Formel für TS 2 und 3: $1.8 + 5.7 \sqrt{s}$ s in km, Resultat in cm

Beispiel: s = 0.5 km (Punkt in der Mitte eines 1 km langen "Zuges"),
Toleranz für MFA = 5.8 cm

Für den praktischen Gebrauch wurde in den Weisungen generell 5 cm für die TS 2 und 3 festgelegt.

- **Zuverlässigkeit:** Die Anforderungen sind festgelegt durch Vorgabe der maximal zulässigen äusseren Zuverlässigkeit (3-fache MFA) für die Koordinaten. Sie wird gewährleistet durch geeignete Netzanlage und Einhaltung der maximal zulässigen standardisierten Verbesserung der Messungen. Der Nachweis wird rechnerisch durch die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate geliefert.

Für den praktischen Gebrauch wurde in den Weisungen generell 15 cm für die TS 2 und 3 festgelegt.

3.3 Vergleich alte - neue Anforderungen

- **Zuordnung der Toleranzgebiete für die LFP3:**

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

- **Genauigkeit:**

Für die Untersuchung wird in erster Linie das Fs aus den ursprünglichen Zugsberechnungen verwendet. Die Winkelabschlussfehler werden nur bei speziellen, detaillierteren Untersuchungen herangezogen.

Damit aufgrund der F_s (resp. der Toleranzausnützung) Aussagen über die Erfüllung der neuen Anforderungen gemacht werden können, muss der Zusammenhang zwischen den alten und neuen Toleranzen untersucht werden. Dies wurde empirisch gemacht, indem verschiedene Züge mit unterschiedlichen Modellannahmen gerechnet und die F_s mit den erreichten mittleren Fehlern der am weitesten von den Anschlusspunkten entfernten Punkte verglichen wurden.

Als Ergebnis kann generell davon ausgegangen werden, dass bei Zügen in Gebieten gleicher Toleranzstufen, deren F_s innerhalb eines Drittels der Toleranz für Hauptzüge liegen, die neuen Anforderungen an die Genauigkeit der Fixpunktkoordinaten erfüllt sind:

$$F_s < 1/3 F_s \text{ Tol (HZ)} \Leftrightarrow \text{neue Anforderungen}$$

- Zuverlässigkeit:

Man kann davon ausgehen, dass bestehende Netze, die nach alten Vorschriften zuverlässig sind und deren F_s innerhalb eines Drittels der Toleranz liegen, auch den neuen Zuverlässigkeitsanforderungen genügen.

4. Bestandesaufnahme

4.1 Charakterisierung bestehender Netze

Die technologische Entwicklung im Vermessungswesen schlägt sich auch in der Qualität der Netze nieder. Die Charakterisierung der Fixpunktnetze soll einen Ueberblick über die verschiedenen eingesetzten Messungs-, Erfassungs- und Berechnungsarten geben und eine gewisse Typisierung der Netze ermöglichen, mit dem Ziel, die Beurteilung und die Wahl allfällig zu treffender Massnahmen zu vereinfachen.

- Kennzeichnung

Die Qualität der Kennzeichnung der Fixpunkte kann sehr unterschiedlich sein. Sie hängt ab vom Alter der Vermessung der Intensität und Qualität der Nachführung, sowie dem zusätzlichen periodischen Unterhalt bei unzureichendem Meldewesen.

- Richtungsmessungen

Es wurden unterschiedlich genaue Theodolite eingesetzt. In der Regel wurden mittlere Richtungsfehler von 10 - 40 cc erreicht.

- Distanzmessungen

Es wurden im allgemeinen die folgenden Messausrüstungen eingesetzt:

- a) Lattenmessungen: geschätzte Genauigkeit 5 mm + 10-50 ppm
- b) Optische Distanzmessung: gesch. Genauigkeit 10 mm + 100-300 ppm
- c) Elektrooptische Distanzmessung: gesch. Genauigkeit 10 mm + 10 ppm
(heute: 5 mm + 5 ppm)

- Erfassungsart der Daten

Bis in die 80-iger Jahre wurden die Messungen vor allem **manuell** erfasst, später in zunehmendem Masse **automatisch**.

- Berechnungsart

Auch die Berechnungsart wandelte sich im Laufe der Zeit:

- a) konventionell manuell
- b) konventionell manuell mit Hilfe von Taschenrechnern (Winkelfunktionen!)
- c) konventionell mit Rechenprogrammen
- d) Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate

4.2 Mögliche Fehlerursachen

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

- Ablesefehler
- Schreibfehler
- Uebertragungsfehler
- Identifikationsfehler
- Instrumentenfehler (insbesondere bei Distanzmessgeräten)
- Zentrierfehler, Horizontierfehler (Stations-, Zielpunkt)
- Messfehler
- Fehler in der geometrischen Reduktion der Distanzen
- Rechenfehler bei Mittelbildung (Richtungen, Distanzen)
 - Winkelfunktionen (falsch interpoliert)
 - Addition, Multiplikation
 - Berechnung und Verteilung der Abschlussfehler
- Fehler oder Zwänge an den Anschlusspunkten
- Durch Rutschungen, Verschiebungen im Laufe der Zeit, ungenügende Rekonstruktionen usw. kann die Lageidentität von Fixpunkten leiden.

Die Fehler wurden bewusst nicht gewichtet. Es ist jedoch klar, dass gerade die zuletzt erwähnte fehlende Lageidentität eine häufige und schwierig zu lokalisierende und quantifizierende Fehlerursache ist (Intensität und Qualität der Nachführung!).

4.3 Zusammenstellung der wichtigsten Informationen über das Netz

Sie wird getrennt für das ursprüngliche Netz und die Nachführung durchgeführt (gemäss beiliegendem Erhebungsformular A1).

Informationsquellen sind in erster Linie:

- Verifikationsberichte
- Unternehmerberichte
- Netzpläne
- Messprotokolle
- Berechnungsakten
- Nachführungsakten
- Erfahrungen des Nachführungsgeometers
- Erfahrungen der Verifikationsinstanz

Schon aufgrund dieser Erhebung kann sich ein Gesamtbild über die Qualität des Netzes ergeben, aufgrund dessen gewisse mögliche Massnahmen gemäss Ziffer 6 ausgeschlossen werden können.

5. Beurteilung

5.1 Beurteilung der Kennzeichnung der Punkte im Feld (Referenz Feld - Büro)

Die Beurteilung der Kennzeichnung der Punkte im Feld ist in jedem Fall notwendig, da einerseits für die zu treffenden Massnahmen, andererseits für die Nachführung eine angemessene Zahl (s. Richtdichte gemäss Weisungen) von sicheren, verfügbaren und gut verteilten Fixpunkten vorhanden sein muss.

Wo keine genügend sicheren Informationen vorliegen erfolgt sie aufgrund einer Begehung:

- Art und Zustand der Kennzeichnung (Stein, Bolzen, sekundäre Zeichen, Schacht usw., resp. in Ordnung, beschädigt/schief, zerstört, nicht gefunden usw.). Darstellung in einem Uebersichtsplan (gibt auch einen Ueberblick über die Verteilung der dauerhaft gekennzeichneten Punkte).
- Standort-Qualität (Stabilität und Gefährdung, Stationierbarkeit, Orientierungsmöglichkeit, GPS-Tauglichkeit)

Gleichzeitig kann auch der Zustand der Grenzpunktvermarkung im Bereich der begangenen Fixpunkte begutachtet werden (für allfällige Rekonstruktionen, geeignete Ersatz-Referenzpunkte, Passpunkte für Transformationen).

Aufgrund der Resultate können bereits Vorentscheidungen getroffen werden: ZB. kommen bei weitgehend zerstörter Kennzeichnung die Massnahmen 1, 3 und 4 gemäss Ziffer 6 nicht mehr in Frage.

5.2 Beurteilung des ursprünglichen Netzes

Die Beurteilung der Haupt- und Nebenzüge ist mit Hilfe der Netzpläne durchzuführen.

Es sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- gestreckte Züge
- Verknotung
- Nachbarschaftsbeziehungen
- Verknüpfung mit Nachbarnetzen

Schwächen sind auf einer Netzplankopie zu markieren.

Aufgrund der Resultate können weitere Vorentscheidungen getroffen werden: ZB. kommen bei generell schwachem Netz und entsprechendem Gesamtbild aus den vorstehenden Untersuchungen als mögliche Massnahmen nur noch die Neuanlage oder ein grossmaschiges Revisionsnetz in Frage (s. Ziffer 6).

5.3 Beurteilung der ursprünglichen Berechnung

Für die Beurteilung der Qualität der Koordinaten werden primär die linearen Abschlussfehler (Fs) der Züge verwendet. Sie ist aufwendig und sollte vor allem dann durchgeführt werden, wenn sich aufgrund der bisherigen Untersuchungen ein Gesamtbild ergibt, das zu Massnahmen 1 - 4, gemäss Ziffer 6 führen kann.

Die verschiedensten Fehlerursachen (s. Ziffer 4.2) beeinflussen das Fs. Sie können gegliedert werden in

- zufällige Fehler (Messgenauigkeit, je nach Instrumenteneinsatz)
- systematische Fehler (zB. Massstab in den Distanzmessungen, Zwänge in den Anschlusspunkten)
- grobe Fehler (zB. Ablesefehler am Instrument, Fehler in der Berechnung)

Zufällige und systematische Fehler werden in vorschriftsgemässen PP-Netzen durch die konventionelle Berechnung so verteilt, dass die Koordinaten der Punkte besser sind, als die Fs es vermuten lassen.

Probleme bereiten primär die **nicht entdeckten groben Fehler**, die zu entsprechend fehlerhaften Koordinaten führen.

Vorgehen

Die Fs aller Züge sind mit den Toleranzen für **Hauptzüge** zu vergleichen. Die Vergleichswerte für Nebenzüge sind deshalb entsprechend reduziert.

1. Zusammenstellung der Fs (gemäss Formular A2) und Erstellen einer Statistik

wieviel % der FS	<1/3 Tol. bei HZ,	bzw.	<1/5 Tol. bei NZ
% der FS	>1/3<2/3 Tol. bei HZ,	bzw.	>1/5<1/2 Tol. bei NZ
% der FS	>2/3 Tol. bei HZ,	bzw.	>1/2 Tol. bei NZ

Bei Wechsel der TS III alt auf TS 2/3 neu sind die obigen Toleranzwerte zu halbieren.

2. Wenn nur wenige $F_s > 1/3$ Tol. bei HZ, resp. $> 1/5$ Tol. bei NZ: Diese F_s -Vektoren auf Netzplan auftragen (s. beiliegendes Musterbeispiel). Treten lokale Konzentrationen auf?

Das ergibt evtl. Hinweis auf fehlerhafte Anschlusspunkte. Generell kann in einem solchen Fall davon ausgegangen werden, dass eher Massnahmen 1, 2 oder 3, gemäss Ziffer 6 in Frage kommen.

Wenn viele $F_s > 1/3$ und $< 2/3$ Tol. bei HZ, resp. $> 1/5 < 1/2$ Tol. bei NZ: Stichprobenweise F_s -Vektoren auf Netzplan auftragen (in erster Linie die grössten). Ist eine Systematik erkennbar (Grösse, Richtung)?

Das ergibt evtl. Hinweis auf Distanzmassstab: Distanzen wurden manchmal nicht auf Meereshöhe reduziert (Bei 1000 m Höhe und einer Zugslänge von 1000 m macht dies z.B. einen Anteil am F_s von 15 cm aus. In tieferen Lagen, je nach Region: Kompensation mit Projektions-Korrektur möglich).

Restliche $F_s > 2/3$ Tol. bei HZ, resp. $> 1/2$ Tol. bei NZ: Züge mit den grössten F_s untersuchen. F_s -Vektoren auf Netzplan auftragen. Treten lokale Konzentrationen auf? Berechnungsfehler (Uebertrag der Messungen und Berechnungen kontrollieren)?

Das ergibt evtl. Hinweis auf fehlerhafte Anschlusspunkte oder es zeigen sich grobe Fehler (Berechnungs-, Uebertragungsfehler). Das kann ein Bild ergeben, das eher nach Massnahmen 2 bis 4, gemäss Ziffer 6 ruft.

Wenn viele $F_s > 2/3$ Tol. bei HZ, resp. $> 1/2$ Tol. bei NZ: Evtl. gleiche Untersuchung wie vorstehend.

Vermutung, dass das ganze Netz den Anforderungen nicht genügt, liegt jedoch nahe. In einem solchen Fall wären eher die Massnahmen 5 und 6 gemäss Ziffer 6 vorzusehen.

5.4 Beurteilung der Nachführung

Je intensiver die Nachführung, desto grösser die Gefahr von Inhomogenitäten im Netz und von unentdeckten groben Fehlern (Rekonstruktionen!). In Gebieten mit intensiver Nachführung ist deshalb prioritär die Nachführung zu beurteilen.

Hinweise auf die Qualität können geben:

- Netzpläne (nachgeführt oder nicht)
- Lokale Netze (Polygonzüge) für in der Nachführung bestimmte Punkte (Beurteilung s. Ziffer 5.2)
- F_s aus den Berechnungen (Beurteilung s. Ziffer 5.3)
- Angewandte Rekonstruktionsverfahren
- Qualität und Vollständigkeit der Dokumentation
- Erfahrungen des Nachführungsgeometers und der Verifikationsinstanz (Nachführungsverifikations-Berichte)
- Intensität der Nachführung
- Durchgeführte Revisionen

ZB. intensive Nachführung, Einsatz unterschiedlich genauer Instrumente im Laufe der Zeit, Dokumentation mangelhaft, Nachführungsnetze (Nachbarschaftsprinzip, Anschlüsse, Hierarchie) mangelhaft, unsichere Lageidentität vieler Punkte: Bei solchen Netzen können die Massnahmen 1 - 4 gemäss Ziffer 6 ausgeschlossen werden.

5.5 Beurteilung aufgrund Erfahrungen mit vergleichbaren Netzen

Vielerorts bestehen bereits Erfahrungen aus Katastererneuerungen über die Qualität von Fixpunktnetzen. Für vergleichbare Netze (zB. Epoche, Region, Grundlagen, Instrumentarium, Geometer gleich) können bewährte Massnahmen übernommen werden.

5.6 Generelle Beurteilung des Netzes

Das Resultat der Untersuchungen sollte eine generelle Beurteilung erlauben:

- A Netz erfüllt die neuen Anforderungen ganz oder weitgehend
- B Netz erfüllt die neuen Anforderungen nur zum Teil (Mängel lokalisierbar)
- C Keine eindeutigen Aussagen möglich (Mängel vorhanden, aber nicht lokalisierbar)
- D Netz erfüllt die neuen Anforderungen ganz oder weitgehend nicht

6. Massnahmen

6.1 Ueberblick über mögliche Massnahmen

Im wesentlichen sind folgende Massnahmen möglich:

- 1 Uebernahme der vorhandenen Koordinatenwerte.
- 2 Transformation (inkl. Interpolation) bestehender Netze (mit allfälligen notwendigen Ergänzungsmessungen für die Bestimmung von Passpunkten).
- 3 Neuberechnung mit bestehenden Messungen (ursprüngliche und aus der Nachführung stammende).
- 4 Gezielte Ergänzungs- und Nachmessungen mit teilweiser oder vollständiger Neuberechnung (mit alten und neuen Messungen).
- 5 Grossmaschiges Revisionsnetz mit möglichst vielen identischen Punkten. Anschliessend Einpassung der übrigen Punkte mit alten Messungen oder Transformationen.
- 6 Neuanlage unabhängig von allfällig bestehenden alten LFP3-Netzen.

6.2 Hinweise für die Wahl der Massnahmen

Generelle Beurteilung gemäss 5.6

Massnahmen gemäss 6.1

A	----->	1, 2
B	----->	3, 4, 5
C	----->	5, 6
D	----->	6

6.3 Beispiele für die Wahl von Massnahmen

Für die nach den Richtlinien untersuchten und generell beurteilten Netze gemäss Ziffer 5.6 werden im folgenden Beispiele gegeben. Diese werden stichwortartig beschrieben und den entsprechenden Massnahmen gemäss Ziffer 6.1 zugeordnet.

Massnahme 1: Uebernahme der vorhandenen Koordinatenwerte

Generelle Beurteilung A: Die neuen Anforderungen werden ganz erfüllt.

Beispiel 1:

Neueres Netz (elektroopt. Distanzmessung, automat. oder manuell registriert, Berechnung konventionell mit Rechenprogramm)

- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): gut
- Netzanlage: gut
- Messungen: gut
- Berechnung: gut; $F_s < 1/3$ Tol. für HZ
- Nachführung: gut (oder wenig Nachführung)

Beispiel 2:

Älteres Netz (optische Distanzmessung, manuell registriert, Berechnung konventionell manuell)

- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): gut
- Netzanlage: gut
- Messungen: gut
- Berechnung: gut; F_s überwiegend $< 1/3$ Tol. für HZ; falls F_s überwiegend $< 2/3$ Tol. für HZ: evtl. Distanzmessungen nicht korrekt eingeführt (syst. Fehler ohne Einfluss)
- Nachführung: gut (oder wenig Nachführung)

Massnahme 2: Transformation bestehender Netze

Generelle Beurteilung A: Die neuen Anforderungen werden weitgehend erfüllt.

Beispiel:

- Netze wie vorstehend beschrieben (Beispiele 1 und 2).
- Anschlusspunkte erhalten neue Koordinaten (Revision, Neubestimmung der LFP1 und 2)
oder
- Wechsel des Koordinatensystems

Transformationen können auch lokal (Teilnetze) durchgeführt werden. In jedem Fall muss jedoch das mathematische Modell, das den Punktkoordinaten im jeweiligen System zugrundeliegt, genügend genau bekannt sein.

Massnahme 3: Neuberechnung mit bestehenden Messungen

Generelle Beurteilung B: Die neuen Anforderungen werden nur zum Teil erfüllt.

Beispiel:

- Älteres Netz (optische Distanzmessung, manuell registriert, Berechnung konventionell manuell)*
- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): genügend oder gut
 - Netzanlage: gut
 - Messungen: gut
 - Berechnung: z.T. fehlerhaft; Distanzmessungen nicht korrekt eingeführt ($F_s < 2/3$ Tol. für HZ).
 - Wenig Nachführung

Massnahme 4: Gezielte Ergänzungs- und Nachmessungen

Generelle Beurteilung B: Die neuen Anforderungen werden nur zum Teil erfüllt.

Beispiel:

- Älteres oder neueres Netz (s. vorstehende Beschreibung)*
- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): genügend oder gut
 - Netzanlage: einzelne lokale Schwächen (Anschlüsse, Nachbarschaftsbeziehungen usw.)
 - Messungen: gut
 - Berechnung: z.T. fehlerhaft; Distanzmessungen nicht korrekt eingeführt ($F_s < 2/3$ Tol. für HZ).
 - Wenig Nachführung

Massnahme 5: Grossmaschiges Revisionsnetz

Generelle Beurteilung B: Die neuen Anforderungen werden nur zum Teil erfüllt.

Beispiel:

- Älteres Netz (optische Distanzmessung, manuell registriert, Berechnung konventionell manuell)*
- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): genügend
 - Netzanlage: viele Schwächen (Anschlüsse, Nachbarschaftsbeziehungen usw.)
 - Messungen: im allgemeinen gut
 - Berechnung: z.T. fehlerhaft; Distanzmessungen nicht korrekt eingeführt ($F_s < 2/3$ Tol. für HZ).
 - Nachführung: intensiv; im allgemeinen gut

Generelle Beurteilung C: Es sind keine eindeutigen Aussagen möglich.

Beispiel:

- Älteres Netz (optische Distanzmessung, manuell registriert, Berechnung konventionell manuell)*
- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): genügend
 - Netzanlage: generell schwach (Anschlüsse, Nachbarschaftsbeziehungen usw.)
 - Messungen: keine eindeutigen Aussagen möglich (scheinen im allgemeinen gut)
 - Berechnung: keine eindeutigen Aussagen möglich; F_s überwiegend $< 2/3$ Tol. für HZ
 - Nachführung: intensiv; im allgemeinen gut

Um eine gute Referenz alt - neu zu erhalten, kann es sinnvoll sein, mit dem Revisionsnetz auch lageidentische Grenzpunkte aufzunehmen (evtl. auch Gebäudeecken). Dies ist vor allem in Gebieten mit intensiver Nachführung zur Ermittlung allfälliger Rekonstruktionsfehler notwendig.

Je nach Beurteilung des bestehenden Netzes ist die Anzahl Punkte/ha für das Revisionsnetz zu wählen. Die Anzahl der LFP3 (dauerhaft gekennzeichnete Punkte) richtet sich nach den Weisungen (s. Richtdichte).

Massnahme 6: Neuanlage

Generelle Beurteilung C: Es sind keine eindeutigen Aussagen möglich.

Beispiel:

Älteres Netz (optische Distanzmessung, manuell registriert, Berechnung konventionell manuell)

- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): ungenügend
- Netzanlage: generell schwach (Anschlüsse, Nachbarschaftsbeziehungen usw.)
- Messungen: heterogen; keine eindeutigen Aussagen möglich
- Berechnung: keine eindeutigen Aussagen möglich; Fs überwiegend >2/3 Tol. für HZ
- Nachführung: intensiv; Probleme mit der Einhaltung der alten Toleranzen

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

Beispiel:

Älteres Netz (optische Distanzmessung, manuell registriert, Berechnung konventionell manuell)

- Zustand der Kennzeichnung (Anzahl, Verteilung, Lageidentität): genügend
- Netzanlage: generell schwach (Anschlüsse, Nachbarschaftsbeziehungen usw.)
- Messungen: schlecht, sehr heterogen
- Berechnung: fehlerhaft, unsorgfältig; Fs überwiegend >2/3 Tol. für HZ
- Nachführung: intensiv; Probleme mit der Einhaltung der alten Toleranzen

6.4 Weitere Massnahmen im Hinblick auf RAV

Um RAV-konform zu sein, sind noch folgende Massnahmen zu treffen:

- Anpassung der Struktur und der Attributierung gemäss Datenkatalog.
- Auswahl der zu unterhaltenden LFP mit entsprechenden Massnahmen bei der Kennzeichnung im Feld (sekundäre FPZ, Schächte usw.).

Um den neuen Vorschriften zu genügen ist noch speziell zu beachten:

- Anpassung/Verbesserung, evtl. Neuorganisation des Meldewesens.
- Regelung des Unterhaltes
- Neuregelung der Nachführung (insbesondere sind Arbeiten an LFP3-Netzen als separate Aufträge zu behandeln und entsprechend zu dokumentieren).

7. Dokumentation

Die Beurteilung bestehender LFP3-Netze ist in einem Bericht zu dokumentieren. Er enthält:

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

Terminologie neu <---> alt

LFP3 (Lagefixpunkte der
Kategorie 3)

Polygon-, Basispunkte

Kennzeichnung

Versicherung

primäre Zeichen

Versicherungszeichen (Stein, Bolzen, usw)

sekundäre Zeichen

Rückversicherungszeichen (Bodenplatte, Rückver-
sicherungsbolzen)

Erhebungsformular für die Beurteilung bestehender LFP3-Netze

Kanton Gemeinde

Sachbearbeiter Datum

Anforderungen neu, TS 1 2/3 4/5

Ursprüngliches Netz

Allgemeine Angaben

Los-Nr. Ausführender Geometer
Beobachter

Ausführungszeit Fläche (ha)

Anforderungen alt (Instruktionsgebiet/Genauigkeitsstufe)

Anzahl Hauptzüge/PP/..... Anzahl Anschlusspunkte (AP)

Anzahl Nebenzüge/PP/.....

Kennzeichnung der Anschlusspunkte (aufgrund Triangulationsprotokolle)

Wurden Steine zentriert ☐ ja ☐ nein

Wurden Kontrollmessungen durchgeführt ☐ ja ☐ nein

Bemerkungen

Kennzeichnung der LFP3

Art der Kennzeichnung (vorwiegend)

Bemerkungen

Eingesetztes Instrumentarium

Richtung Genauigkeit

Distanz HZ Genauigkeit

NZ Genauigkeit

Bemerkungen

Distanzmessgerät geprüft ☐ ja ☐ nein ☐ unbekannt

Distanzreduktion

☐

horizontiert

☐

horizontiert/Meereshöhe

☐horizontiert
Meereshöhe☐

unbekannt

Projektionssystem

Bemerkungen

.....

Erfassungsart der Messungen

☐

manuell

☐

automatisch

Berechnungsart

☐

konv. manuell

☐

konv. mit Taschenrechner

☐konventionell
mit Programm☐

Methode d. kl. Quadrate

Qualität der Dokumentation

urspr. Netz

Nachführung

Netzplan

☐

gut

☐

mangelhaft

☐

gut

☐

mangelhaft

Messungen

☐

gut

☐

mangelhaft

☐

gut

☐

mangelhaft

Berechnungen

☐

gut

☐

mangelhaft

☐

gut

☐

mangelhaft

Verifikationsakten

☐

gut

☐

mangelhaft

☐

gut

☐

mangelhaft

Unternehmerbericht

☐

gut

☐

mangelhaft

☐

gut

☐

mangelhaft

Bemerkungen

.....

Nachführung

Intensität der Nachführung

Anzahl Mutationen

Anzahl Rekonstruktionen

Teilerneuerungen, Jahr

Kennzeichnung der LFP3

Art der Kennzeichnung (vorwiegend)

.....

Vorhandene Fixpunkt-Zeichen in % (Schätzung)

.....

Verteilung der vorhandenen Fixpunkt-Zeichen

.....

Lageidentität der vorhandenen Fixpunkt-Zeichen

☐

gut

☐

im Feld zu überprüfen

Bemerkungen

.....

Meldewesen ☐ *gut* ☐ *mangelhaft* ☐ *fehlt*

Bemerkungen

.....

Unterhalt LFP3-Netz ☐ *nach Bedarf* ☐ *aufgrund* ☐ *systematisch (Begehungen)*
(Mutationen) *Meldewesen*

Bemerkungen

.....

Eingesetztes Instrumentarium

Einführung neuer Messmittel
(opt./elektroopt. Distanzmessung)

Jahr *Art*
Genauigkeit

Jahr *Art*
Genauigkeit

Einführung neuer Messverfahren
(orthogonal/polar)

Jahr *Art*

Jahr *Art*

Einführung neuer Berechnungsmethoden

Jahr *Art*

Jahr *Art*

Bemerkungen

.....

Rutschgebiete

.....

.....

Generelle Erfahrungen des Nachführungsgeometers

.....

.....

.....

Generelle Erfahrungen der Verifikationsinstanz

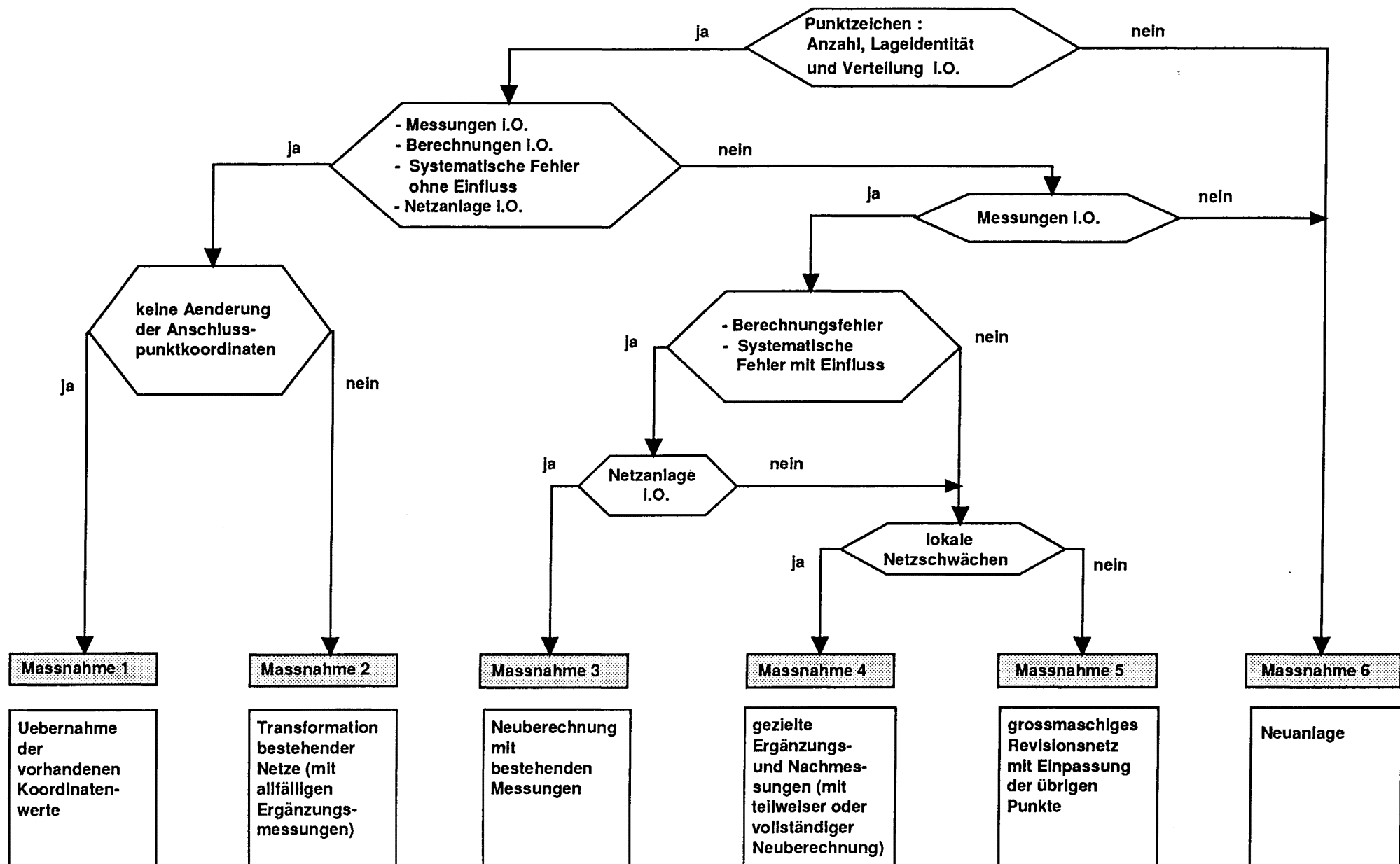
.....

.....

.....

Instrumentarium TS alt TS neu

[illegible]



Erhebungsformular für die Beurteilung bestehender LFP3-Netze

MUSTERBEISPIEL

Kanton VAUD Gemeinde ROCHE
 Sachbearbeiter DZ / bu Datum Juni 1992
 Anforderungen neu, TS 1 (2/3) 4/5

Ursprüngliches Netz

Allgemeine Angaben

Los-Nr. 13 ROCHE II Ausführender Geometer Emile DURAND
 (Auszug) Beobachter dq
 Ausführungszeit 1943 - 49 Fläche (ha) 60
 Anforderungen alt (Instruktionsgebiet/Genauigkeitsstufe) II
 Anzahl Hauptzüge/PP 3../25 Anzahl Anschlusspunkte (AP) 4
 Anzahl Nebenzüge/PP 14../39

Kennzeichnung der Anschlusspunkte (aufgrund Triangulationsprotokolle)

Wurden Steine zentriert ☐ ja ☒ nein
 Wurden Kontrollmessungen durchgeführt ☒ ja ☐ nein

Bemerkungen

Kennzeichnung der LFP3

Art der Kennzeichnung (vorwiegend) PP-Steine

Bemerkungen

Eingesetztes Instrumentarium

Richtung BOSSHARDT-ZEISS Genauigkeit 1^c
 Distanz HZ do. Genauigkeit 3-5cm / 100m
 NZ do. Genauigkeit do.

Bemerkungen

Distanzmessgerät geprüft ☐ ja ☐ nein ☒ unbekannt

Distanzreduktion

☒ *horizontalisiert*☐ *horizontalisiert/Meereshöhe*☐ *horizontalisiert
Meereshöhe*☐ *unbekannt**Projektionssystem*

Bemerkungen Distanzreduktion infolge Meereshöhe und Projektionssystem
 kompensieren sich gegenseitig, $\delta \approx 0$

Erfassungsart der Messungen

☒ *manuell*☐ *automatisch*

Berechnungsart

☒ *konv. manuell*☐ *konv. mit Taschenrechner*☐ *konventionell
mit Programm*☐ *Methode d. kl. Quadrate*

Qualität der Dokumentation

urspr. Netz**Nachführung**

Netzplan

☒ *gut*☐ *mangelhaft*☐ *gut*☒ *mangelhaft*

Messungen

☒ *gut*☐ *mangelhaft*☒ *gut*☐ *mangelhaft*

Berechnungen

☒ *gut*☐ *mangelhaft*☒ *gut*☐ *mangelhaft*

Verifikationsakten 1)

☐ *gut*☐ *mangelhaft*☐ *gut*☐ *mangelhaft*

Unternehmerbericht 1)

☐ *gut*☐ *mangelhaft*☐ *gut*☐ *mangelhaft*

Bemerkungen
 1) keine Akten mehr vorhanden

Nachführung

Intensität der Nachführung

Anzahl Mutationen 250

Anzahl Rekonstruktionen unbekannt

Teilerneuerungen, Jahr 1991 - 93

Kennzeichnung der LFP3

Art der Kennzeichnung (vorwiegend)

..... PP-Bolzen

Vorhandene Fixpunkt-Zeichen in % (Schätzung)

..... 30 (vorwiegend aus NF)

Verteilung der vorhandenen Fixpunkt-Zeichen

..... unregelmässig

Lageidentität der vorhandenen Fixpunkt-Zeichen

☐ *gut*☒ *im Feld zu überprüfen*

Bemerkungen ursprüngliche FP-Zeichen fehlen weitgehend (Steine)

Meldewesen ☐ gut ☒ mangelhaft ☐ fehlt

Bemerkungen

Unterhalt LFP3-Netz ☒ nach Bedarf (Mutationen) ☐ aufgrund Meldewesen ☐ systematisch (Begehungen)

Bemerkungen

Eingesetztes Instrumentarium

Einführung neuer Messmittel Jahr 1980 Art elektroopt. Distanzmessung
 (opt./elektroopt. Distanzmessung) Genauigkeit 5mm + 5mm/km

Jahr 1988 Art do.
 Genauigkeit 5mm + 1mm/km

Einführung neuer Messverfahren Jahr Art polar seit Anfang

Jahr Art

Einführung neuer Berechnungsmethoden Jahr 1975 Art Taschenrechner

Jahr 1980 Art mit Programm

Bemerkungen

Rutschgebiete keine

Generelle Erfahrungen des Nachführungsgeometers
 ... manche LFP3 wurden durch Strassenmutationen zerstört und nicht rekonstruiert,
 ... meistens wurden nur einzelne Punkte eingeschaltet

Generelle Erfahrungen der Verifikationsinstanz

Beurteilung bestehender LFP3-Netze: Zusammenstellung der Zugsabschlüsse Fs

MUSTERBEISPIEL

Gemeinde, Los : ... ROCHE (VD) Jahr ..1946-47.. Geometer ..Emile DURAND.....

Instrumentarium ... BOSSHARDT-ZEISS TS altII..... TS neu ...?.....

Zug-Nr.	Anfangs-punkt	Zugsprotokoll			Länge m	Diff. y cm	Lage		Fs cm	Toleranz		%	Toleranzausnutzung		
		End-punkt	Anz. Stat.				Diff. x cm	HZ cm		NZ cm	<1/3 HZ <1/5 NZ		1/3<2/3 HZ 1/5<1/2 NZ	>2/3 HZ >1/2 NZ	
HAUPTZUEGE															
1	149 ^N	36 ^N	7	890.84	+ 25	- 5	25	40		63			x		
2	50 ^N	36 ^N	9	1197.46	+ 10	+ 16	19	45		43			x		
3	50 ^N	23 ^N	5	555.49	- 10	+ 5	11	34		30	x				
4	50 ^N	15 ^N	6	298.85	- 11	+ 8	13	27		48			x		
5	50 ^N	152	10	695.33	+ 4	+ 9	10	36		27	x				
6	152	163	8	373.14	+ 5	- 8	9	29		31	x				
								SUB-TOTAL		HZ in %	3/6 50	3/6 50	0/6 --		

Beurteilung bestehender LFP3-Netze: Zusammenstellung der Zugsabschlüsse Fs

MUSTERBEISPIEL

Gemeinde, Los : ... ROCHE (VD) Jahr ... 1946-47. Geometer ... Emile DURAND

Instrumentarium ... BOSSHARDT-ZEISS TS alt ... II TS neu ... 2

Zug-Nr.	Anfangs-punkt	Zugsprotokoll			Diff. y cm	Lage		Toleranz		%	Toleranzausnutzung			
		End-punkt	Anz. Stat.	Länge m		Diff. x cm	Fs cm	HZ cm	NZ cm		<1/3 HZ <1/5 NZ	1/3<2/3 HZ 1/5<1/2 NZ	>2/3 HZ >1/2 NZ	
NEBENZUEGE														
7	160	34	7	547.39	- 10	+ 8	13		57	23			x	
8	163	36 ^N	8	978.65	+ 22	+ 20	30		73	41			x	
9	55	36 ^N	12	992.92	+ 18	- 11	22		73	30			x	
10	160	162	5	442.65	+ 11	+ 1	11		52	21			x	
11	163	160	4	230.95	+ 11	+ 8	13		40	32			x	
12	163	58 ^V	4	216.93	0	+ 1	1		40	3	x			
13	30	181	4	333.41	+ 9	+ 3	8		47	17	x			
14	43	159	4	253.97	+ 18	+ 16	24		42	57				x
15	43	158	5	149.50	+ 6	+ 8	10		35	29			x	
16	170	167	2	78.72	+ 2	+ 4	4		28	14	x			
17	46	55	6	204.41	+ 11	+ 6	13		39	34			x	

Beurteilung bestehender LFP3-Netze: Zusammenstellung der Zugsabschlüsse Fs

MUSTERBEISPIEL

Gemeinde, Los : ...ROCHE (VD)..... Jahr 1946-47.. Geometer ..Emile DURAND.....

Instrumentarium ...BOSSHARDT-ZEISS..... TS altII..... TS neu ..2.....

Zug-Nr.	Zugsprotokoll				Lage			Toleranz		%	Toleranzausnutzung		
	Anfangs-punkt	End-punkt	Anz. Stat.	Länge m	Diff. y cm	Diff. x cm	Fs cm	HZ cm	NZ cm		<1/3 HZ <1/5 NZ	1/3<2/3 HZ 1/5<1/2 NZ	>2/3 HZ >1/2 NZ
18	169	174	3	80.75	+ 5	+ 2	4		28	14	x		
19	168	48	3	69.29	+ 9	+ 4	10		27	38		x	
20	48	51	3	49.36	- 1	- 1	10		24	42		x	
								SUB-TOTAL		NZ	4/14	9/14	1/14
										in %	29	64	7
								GESAMTTOTAL			7/20	12/20	1/20
										in %	35	60	5

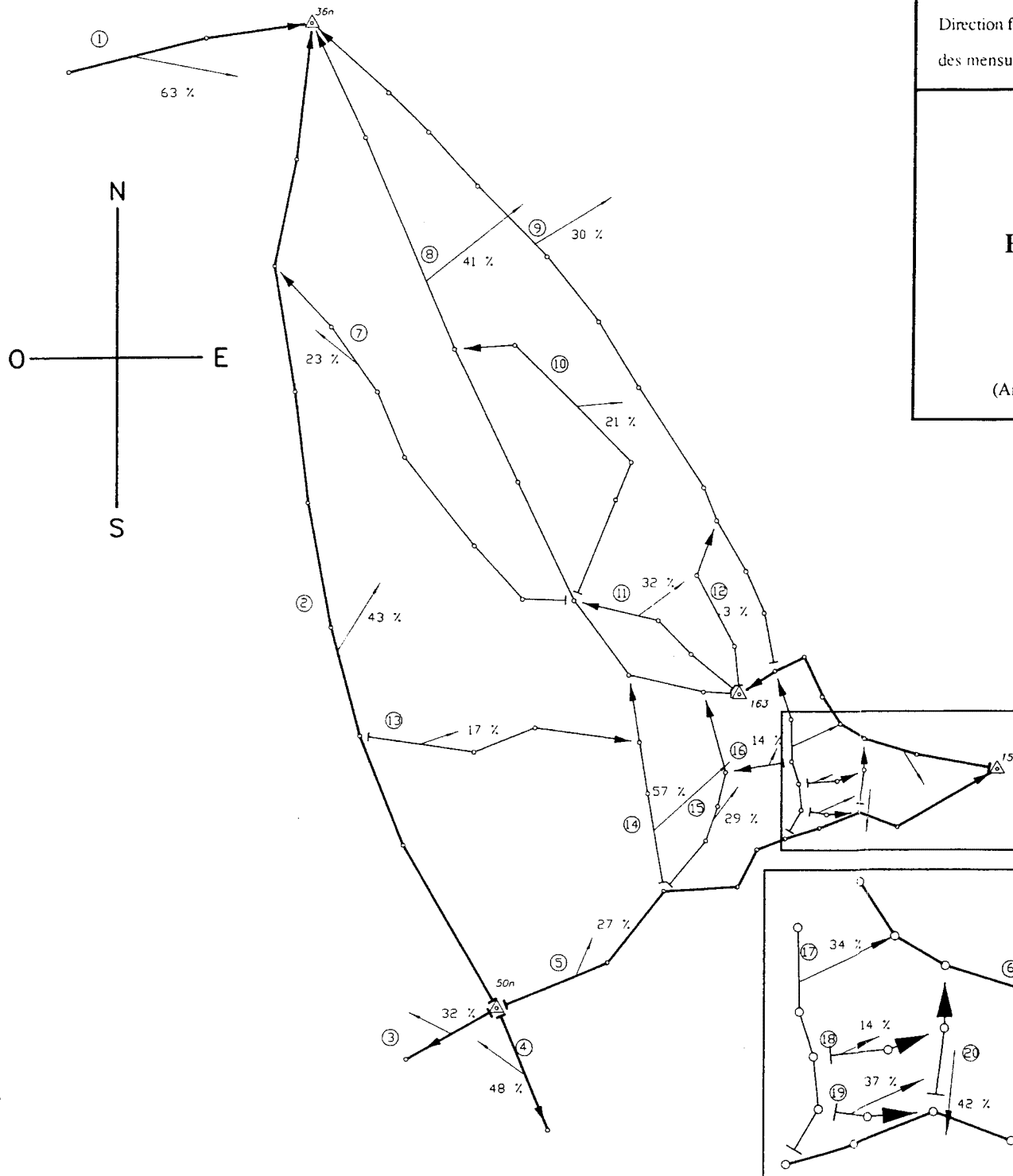
POINTS FIXES

EXEMPLE - TYPE

EXTRAIT DU CANEVAS POLYGONAL DE LA MENSURATION DE ROCHE (VAUD)

ECHELLE 1 : 5'000

(Annexe aux directives pour l'analyse et la révision des réseaux de points fixes existants)



LEGENDE

- Polygone principale / secondaire
- Sens du calcul / no de la polygone
- Ecart linéaire de fermeture (fs 1 : 10) /
Utilisation de la tolérance (%)



Ergänzung der

RICHTLINIEN FÜR DIE BEURTEILUNG UND ÜBERFÜHRUNG VON BESTEHENDEN FIXPUNKTNETZEN IN RAV-KONFORME LFP3-NETZE

Allgemeines

Im Juni 1992 wurde durch die Eidgenössische Vermessungsdirektion die „Richtlinien für die Überführung von bestehenden Fixpunktnetzen in RAV-konforme LFP3-Netze“ veröffentlicht. Diese Richtlinien sind noch immer gültig.

Durch das neue Ziel der AV, die *in den Daten der AV vorhandenen allfälligen lokalen Spannungen zu eliminieren*¹, wurde eine Überprüfung der Richtlinien in dieser Hinsicht notwendig.

Grundsätzlich sind die erwähnten Richtlinien auch unter der neuen Zielsetzung tauglich, falls gewisse neue Aspekte beachtet werden.

Punktuelle Ergänzungen der Richtlinien

Kapitel 1: Einleitung

Die Ausführungen im Kapitel 1 „Einleitung“ sind wie folgt zu ergänzen:

Die LFP3-Netze sollen derart konzipiert und gelagert sein, dass bei einer Transformation auf den neuen Bezugsrahmen LV95 die lokalen Spannungen weitestgehend eliminiert werden.

Kapitel 5.2: Beurteilung des ursprünglichen Netzes

Das Kapitel 5.2 „Beurteilung des ursprünglichen Netzes“ gewinnt an Bedeutung. Den in diesem Kapitel aufgeführten Kriterien ist grössere Beachtung als bisher zu schenken.

Neben der in den Richtlinien vorgesehenen Beurteilung der Haupt- und Nebenzüge sind im Zweifelsfall ebenfalls Kontrollmessungen durchzuführen.

Kapitel 6: Massnahmen

Die Massnahme 1 im Kapitel 6 „Massnahmen“ geht davon aus, dass die Anschlusspunktkoordinaten unverändert übernommen werden. Neu ist zusätzlich zu beachten, dass die Anschlusspunkte entweder Transformationsstützpunkte der (definitiven) Dreiecksvermaschung sind und deren LV03-Koordinaten nicht verändert wurden oder der Anschlusspunkt mit der Transformation korrekt transformiert wird. Ansonsten ist eine der Massnahmen 2 (mit Ergänzungsmessungen) bis 6 zu wählen.

Grundsätzlich gewinnt der Aspekt der „Homogenität der LFP3-Netze“ an Bedeutung. Diese Homogenität wird mit den Massnahmen 5 und 6 sicher, mit den Massnahmen 1, 2, 3 und 4 nur unter bestimmten Umständen (EDM-Distanzen, Grad der Neuberechnung, ...) erreicht.

¹ Strategie der amtlichen Vermessung für die Jahre 2002 bis 2003 mit Visionen bis Ende 2011