

Technische Richtlinie Strenger Ausgleich

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Netzentwurf	3
2.1	Fixpunkte Kategorie 1 und 2	3
2.2	Anschluss an Nachbaroperate	4
2.3	Anforderungen an ein neues Fixpunktnetz	4
2.4	Vorgehen Netzentwurf	5
2.5	Verifikation	7
3	Punktversicherung	8
3.1	Versicherungsarten	8
3.2	Grundsätze zur Punktversicherung	9
3.3	Zusammenstellung der Punktversicherung	10
4	Messungen	12
5	Auswertung	14
5.1	Vorbereitung	15
5.2	Ausgleichung zur Beurteilung der Messungen und Netzlagerung	16
5.3	Beurteilung der Resultate	17
5.4	Definitive Berechnung	19
5.5	Erneuerung / Überführung des alten PP-Netzes	19
5.6	Ausgleichsprogramme	19
5.7	Verifikation	19
6	Dokumentation	20
6.1	Archivierung beim Nachführungsgeometer	20
6.2	Archivierung beim Vermessungsamt	21
7	Nachführung	22
8	Toleranzen (Grenzwerte)	23

Hinweis

Bezüglich der verwendeten Abkürzungen und fachlichen Begriffen in der vorliegenden Technischen Richtlinie, verweisen wir auf die Richtlinien des Bundes zur Bestimmung von Fixpunkten der amtlichen Vermessung (Abkürzungen / Begriffe).

1 Einleitung

Die folgenden Richtlinien gelten für die strenge Ausgleichung von LFP3- sowie HFP3-Netzen nach der Methode der kleinsten Quadrate (MdkQ). Sie stützen sich auf die Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV) vom 18. November 1992 und die Technische Verordnung über die amtliche Vermessung (TVAV) vom 10. Juni 1994. Die Richtlinien bauen auf den neuen, vollständig überarbeiteten Richtlinien der Eidgenössischen Vermessungsdirektion bzw. des Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) zur Bestimmung von Fixpunkten der amtlichen Vermessung vom November 2005/Dezember 2009 auf.

Die neuen Richtlinien des Bundes gelten als verbindlich. Bei Abweichungen gegenüber einzelner Inhalte, sind die Kantonalen Richtlinien ausschlaggebend.

Das offizielle Bezugssystem für die Arbeiten der amtlichen Vermessung im Kanton Aargau ist **CH1903+** mit dem Bezugsrahmen **LV95** (Landesvermessung **1995**). Das offizielle Höhensystem ist LN02 mit dem gleichnamigen Höhenreferenzrahmen **LN02** (Landesnivellement 1902; Gebrauchshöhen).

Alle neu angelegten Fixpunktnetze in der amtlichen Vermessung werden mit einem strengen Ausgleich nach der MdkQ berechnet (TVAV Art. 54) und haben die vorliegenden Richtlinien zu erfüllen (TVAV Art. 5 lit. e).

Die Fixpunkte der amtlichen Vermessung gewährleisten den Erhalt des Raumbezuges in gleich bleibender Qualität über einen längeren Zeitraum. Die LFP3 / HFP3 erfüllen dabei eine wichtige Funktion speziell in der Nachführung.

Bei allen Arbeiten im Fixpunktbereich gelten das Prinzip der Nachbarschaft (TVAV Art. 51) und das Prinzip der fehlerlosen Anschlusspunkte (TVAV Art. 54).

2 Netzentwurf

2.1 Fixpunkte Kategorie 1 und 2

LFP1/2

Die LFP1/2 des Kantons Aargau wurden zwischen ca. 1970 und 2004 flächendeckend durch Neutriangulationen oder Revisionen überarbeitet. Zusätzlich wurden die LFP1/2 grösstenteils bei der Erstellung der kantonalen Dreiecksvermaschung in der Lage überprüft. Daher ist davon auszugehen, dass vor der Neuanlage eines LFP3-Netzes lediglich eine Begehung und allfällige Instandstellung durchzuführen ist. Diese Arbeiten werden vor Beginn einer Ersterhebung / Erneuerung durch das Vermessungsamt ausgeführt.

Eine weitere Überprüfung der verwendeten LFP1/2, erfolgt automatisch durch die strenge Ausgleichung des LFP3-Netzes. Dies bedingt jedoch, dass die verwendeten LFP1/2 zuverlässig ins LFP3-Netz eingebunden sind.

Allfällige Feststellungen betreffend Beschädigung oder Zerstörung von Punkten sind umgehend dem Vermessungsamt zu melden.

Bei Messungen auf Hochstationspunkten sind die Signalstangen durch das Vermessungsamt entfernen bzw. wieder montieren zu lassen.

Entgegen den Ausführungen in den Richtlinien des Bundes, werden die Indizes der LFP2 im Kanton Aargau anders angewendet.

0	Alter Hauptpunkt, Bodenplatte
1	Hauptpunkt
2	Bodenpunkt bei Hochstations- und Hochzielpunkten
3 - 6	Exzentren, Hilfspunkte
7	Hochstationspunkt
8	Hochzielpunkt, Kirche
9	weitere Hochzielpunkte

HFP1/2

Die 72 kantonalen Nivellementslinien (HFP2) wurden zwischen ca. 1973 und 1999, basierend auf den eidgenössischen Nivellementslinien (HFP1), neu erstellt. Entlang diesen Linien sind die HFP2 gruppenweise angeordnet. Die HFP2 werden in einem Nachführungszyklus von sechs Jahren vom Vermessungsamt begangen und instand gestellt. Auf Grund dieser Voraussetzungen, ist eine zusätzliche Begehung der Punkte vor der Neuanlage eines HFP3-Netzes nicht nötig.

Allfällige Feststellungen betreffend Beschädigung oder Zerstörung von Punkten sind umgehend dem Vermessungsamt zu melden.

2.2 Anschluss an Nachbaroperate

Anschlüsse an Nachbaroperate sind gemäss Werkvertrag / Pflichtenheft des Vermessungsamtes durchzuführen.

Allfällige Feststellungen betreffend Beschädigung oder Zerstörung von Punkten sind umgehend dem Nachführungsgeometer des betreffenden Operates zu melden. Die Massnahmen bei auftretenden Spannungen ($LFP \geq 50 \text{ mm}$ / $HFP \geq 5 \text{ mm}$) werden anlässlich der frei gelagerten Netzberechnung bzw. Festpunktwahl in Zusammenarbeit mit dem Vermessungsamt festgelegt.

Wird in einem Nachbaroperat in etwa gleichzeitig ein neues Fixpunktnetz erstellt, so sind die Rekognoszierung, die Punktversicherung, die Messung und die Berechnung mit dem Unternehmer (Geometer) des Nachbaroperates zu koordinieren. Allfällige Absprachen sind dem Vermessungsamt mitzuteilen, respektive im Technischen Bericht zu erwähnen.

LFP3

Die Definition eines neuen LFP3 auf einem versicherten Grenzpunkt eines numerischen Nachbaroperates ist nicht zulässig, weil damit auf einem physischen Punkt 2 Koordinaten bestimmt würden. Falls ein neuer Fixpunkt versehentlich auf einem bestehenden Grenzpunkt bestimmt wurde, ist der LFP3 nach Abschluss der Detailpunktberechnung zu löschen.

Bei halbgraphischen Nachbaroperaten werden bestehende LFP3 nur in der Lage übernommen. Diese Punkte erhalten eine neue Nummer und neue Koordinaten.

Bei Nachbaroperaten in Zylinderprojektion ist bei übernommenen Punkten eine Aussage über allenfalls vorhandene Differenzen (alt-neu) zu machen. Es besteht die Möglichkeit, diese Differenzen ins PP-Netz des halbgraphischen Operates zu verteilen.

2.3 Anforderungen an ein neues Fixpunktnetz

An ein neu konzipiertes, streng ausgeglichenes Fixpunktnetz werden die folgenden Anforderungen gestellt:

- Ein LFP3-Netz ist als Flächennetz über den gesamten Bearbeitungsperimeter zu konzipieren.
- Ein HFP3-Netz ist Schleifenweise vorwiegend über das Baugebiet zu konzipieren.
- Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Netzes muss den vorgegebenen Toleranzen genügen. Das Netz muss ohne Berücksichtigung der Anschlusspunkte zuverlässig sein und eine zuverlässige Kontrolle der Anschlusspunkte ermöglichen.
- Falls das Gesamtnetz aus arbeitsorganisatorischen Gründen oder infolge der Berechnungskapazität in Teilnetze aufgeteilt wird, muss jedes Teilnetz in sich zuverlässig sein. Die Teilnetze müssen auch eine zuverlässige Kontrolle der Anschlusspunkte erlauben.
- Die Punktnummerierung erfolgt gemäss AV93-Handbuch, TR Punktnummerierung.
- Punkte benachbarter Operate werden, falls dies im Werkvertrag / Pflichtenheft des Vermessungsamtes vorgesehen ist, als Festpunkte eingeführt. Die Qualität dieser Punkte ist zu beurteilen.

2.4 Vorgehen Netzentwurf

Für die Ausarbeitung eines LFP3- (Lage- und Höhennetz) oder HFP3-Netzentwurfes wird das folgende Vorgehen empfohlen:

LFP3 / Lagenetz

Entwurf eines Idealnetzplanes im Büro aufgrund von bestehenden Plänen (alte Grundbuchpläne, Vermarktungspläne, Übersichtspläne, usw.).

Begehung und Überprüfung aller Anschlusspunkte (Steinneigung). Im speziellen sind die Anschlusspunkte der Nachbaroperate zu überprüfen. Allfällige Rekonstruktionen sind dem Nachführungsgeometer zu melden.

Festlegung der für die Detailaufnahmen und die Nachführung notwendigen LFP3. Das LFP3-Netz muss bezüglich Standortwahl und Punktsicherheit der Detailvermessung genügen.

Faustregel:

Überbaute Gebiete und Bauzonen (TS 2) ca. **1 LFP3** / ha

Landwirtschafts- und Forstwirtschaftsgebiete (TS 3,4) ca. **0.5 LFP3** / ha

(Die TVAV Art. 49, sieht eine noch geringere Punktdichte vor)

Für Detailaufnahmen können zusätzliche, provisorisch versicherte LFP3 verwendet werden. Die provisorisch versicherten LFP3 sind ebenfalls in der strengen Netzausgleichung zu berechnen.

Erarbeiten des "Planes der möglichen Visuren" als Feldplan. Dieser Plan soll für alle Anschluss- und Neupunkte Auskunft darüber geben, welche Visuren zu den benachbarten Punkten gemessen werden können. Im Plan ist auch die Versicherungsart sowie die Global Navigation Satellite Systems (GNSS) Tauglichkeit der vorgesehenen Punkte darzustellen.

Anschliessend kann mit Hilfe des Planes der möglichen Visuren im Büro ein Netzentwurf ausgearbeitet werden. Die folgenden Regelungen sind bei der Entwurfsarbeit zu beachten:

- Die LFP3 sind bereits mit den neuen Punktnummern im Netzentwurf zu bezeichnen.
- Anschluss des LFP3-Netzes an alle LFP1/2 im erweiterten Perimeter und an ausgewählte LFP3 benachbarter Operate gemäss Werkvertrag / Pflichtenheft des Vermessungsamtes.

klassische Netze

- Auf den LFP1/2 sind mindestens 2 Richtungen zu benachbarten LFP1/2 im Netzentwurf einzutragen und zu messen. Sollte dies nicht möglich sein, ist der Anschluss auf den benachbarten LFP3 zu realisieren.
Als Anschlusspunkte sind nicht nur Hochzielpunkte, sondern auch Hauptpunkte mit Distanzen zu verwenden.
- Jeder Punkt ist mit 2 Nachbarpunkten gegenseitig mit Richtung, Distanz und Höhenwinkel zu verbinden.

- Zirka jeder 3. bis 5. Punkt ist mit 1 bis 2 weiteren Nachbarpunkten durch Richtungs-, Distanz- und Höhenwinkelmessungen zu verbinden. Sind solche Querverbindungen nicht möglich, müssen um Netzschwächen zu vermeiden, Messungen zu weiter entfernten LFP oder zu unversicherten Hilfspunkten durchgeführt oder evtl. übergreifende Visuren gemessen werden.
Eine Möglichkeit solche Netzschwächen leichter zu beheben, ist die Kombination der klassischen Messmethode mit der GNSS Messmethode.
- Es sind ausgeglichene Seitenverhältnisse anzustreben.
- Hochzielpunkte innerhalb des Perimeters sind zuverlässig ins Netz zu integrieren, in dem sie von 4 bis 6 Nachbarpunkten aus angezielt werden. Hierbei ist eine gleichmässige Verteilung der Visuren anzustreben.

GNSS Netze

- Von jedem mit GNSS gemessenen Punkt sollte die direkte Sichtverbindung zu mindestens 2 weiteren, benachbarten und dauerhaft versicherten LFP gewährleistet und auf dem "Plan der möglichen Visuren" dargestellt sein.
- Die Gefahr von Mehrweg-Signalen (Multipath) ist zu vermeiden.
- Jeder Punkt muss mindestens zweimal unabhängig stationiert werden, falls die Zuverlässigkeit nicht kombiniert mit einer anderen Messmethode unter unabhängiger Stationierung nachgewiesen werden kann.
- Bei RTK-Messungen sind Basislinien zum Rover möglichst kurz zu halten. Die Maximallänge von 20 km darf nicht überschritten werden.
- Lokale Referenzstationen (temporäre und permanente) sind so zu wählen, dass der Horizont möglichst offen und Hinderungsfrei ist.
- Eine Session (Zusammenfassung von gemessenen Punkten, welche innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gemessen werden) muss neben der Referenzstation mindestens 3 Roverstationen umfassen.
- Verschiedene Sessions sind durch mindestens 3 gemeinsam gemessene Punkte miteinander zu verknüpfen.
- Im Netzentwurf sind die einzelnen Sessions, d.h. deren Umfang sowie die Verknüpfung darzustellen. Zur besseren Übersicht können die Sessions auch grafisch in einem Sessionenplan oder tabellarisch in Form einer Pivot-Tabelle aufgeführt werden.
- Linienförmige Anordnungen von einzelnen Sessions sind zu vermeiden.

LFP3 / Höhennetz

Das Höhennetz entspricht im Normalfall weitgehend dem Lagenetz, da bei allen Distanzen und Richtungsmessungen auch die Höhenwinkel gemessen bzw. bei der GNSS Messmethode ebenfalls die Höhen der Punkte bestimmt werden.

Abweichungen ergeben sich hauptsächlich bei Orientierungsvisuren (Hochzielpunkte), bei denen keine Höhenwinkel gemessen werden und beim Anschluss an die HFP1-3.

Der Höhenanschluss an die HFP1-3 wird im Höhennetzplan dokumentiert. Er besteht normalerweise aus einer Kopie des Lagenetzplanes, in dem die HFP1-3, die Nivellementsstrecken und / oder die Höhenwinkelmessungen auf die HFP1-3 eingetragen werden.

Grundsätzlich sind alle HFP1 und 2 und eine Auswahl der HFP3 ins Netz einzubeziehen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die einbezogenen Punkte möglichst über den gesamten Bearbeitungsperimeter verteilt sind.

HFP3

Festlegung der für die Bautätigkeit notwendigen HFP3, nach Absprache mit den zuständigen kommunalen Organen und den betroffenen Grundeigentümern.

Faustregel:

Überbaute Gebiete und Bauzonen (TS 2), mittlerer Punktabstand ca. 300 - 400m

Die folgenden Regelungen sind bei der Entwurfsarbeit zu beachten:

- Die HFP3 sind bereits mit den neuen Punktnummern im Netzentwurf zu kennzeichnen.
- Um Verwechslungen mit Höhenfixpunkten von alten bestehenden Gemeindenivelementen zu vermeiden, sind HFP3 Punktnummern ab NG 101 zu definieren.
- Anschluss des HFP3-Netzes an alle HFP1/2 im erweiterten Perimeter und an ausgewählte HFP3 benachbarter Operate gemäss Werkvertrag / Pflichtenheft des Vermessungsamtes.

Nivellement

- Einzelne Schleifenabschnitte können einfach gemessen werden. Einzellinien zu Anschlusspunkten bzw. Anschlusspunktgruppen sind aus Zuverlässigkeitsgründen hin und zurück zu messen.
- Anschlusspunktgruppen sind in sich vollständig zu kontrollieren.

Der erstellte LFP3- bzw. HFP3-Netzentwurf, könnte durch eine a priori-Berechnung (Präanalyse) bezüglich Qualität und Wirtschaftlichkeit optimiert werden. Die Berechnung wird dem Unternehmer jedoch freigestellt.

2.5 Verifikation

Der LFP3- (Lage- und Höhennetz) bzw. HFP3-Netzentwurf wird dem Vermessungsamt mit einem Vorschlag zur Punktversicherung zur Genehmigung unterbreitet (Legende siehe Anhang). Details zur Verifikation sind in der TR Verifikation aufgeführt.

3 Punktversicherung

Einer guten und dauerhaften Versicherung der LFP3 / HFP3 ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken, da die Fixpunkte die Grundlage für die darauf bezogenen Daten der amtlichen Vermessung und deren Nachführung bilden.

3.1 Versicherungsarten

Folgende Versicherungsarten kommen für LFP3 zur Anwendung:

dauerhafte Versicherungen:

- Stein bzw. Granitstein ca. 14×14×65cm (oder Ø 12cm)
- Bolzen
- Grenzstein
- Grenzbolzen
- Eisenrohr
- Steinkreuz

zusätzliche Versicherung:

- Gusschacht (Anhang)
- Bodenplatte (Anhang)

provisorische (nicht dauerhafte) Versicherungen:

- Kunststoffmarke
- Holzpfahl
- Metallstift

Vor Belagsarbeiten in den Kantonsstrassen bzw. Gemeindestrassen infolge Vermarktungsarbeiten ist der zuständige Kreisingenieur bzw. die zuständigen kommunalen Organe zu kontaktieren.

Folgende Versicherungsarten kommen für HFP3 zur Anwendung:

dauerhafte Versicherungen:

- Bolzen
- Nieten

Die neuen Bolzen bzw. Nieten können mit gestanzter Punktnummer gegen Verrechnung beim Vermessungsamt bezogen werden.

3.2 Grundsätze zur Punktversicherung

LFP3

- 1) Die Lage der LFP3 ist so zu wählen, dass sie geschützt, gut zugänglich, wenig verkehrsbehindernd und möglichst GNSS-tauglich sind. Auf vorhandene unterirdische Leitungen ist Rücksicht zu nehmen. Schächte in Trottoirs sind gegenüber solchen innerhalb der Fahrbahn zu bevorzugen.
- 2) Alte Punktversicherungen sind, wenn ihr Standort bezüglich Punktgefährdung und Tauglichkeit für die Nachführung den Anforderungen entspricht, wenn möglich zu übernehmen. Nicht messbare geplante Visuren auf diese alten Punkte sind über Hilfspunkte ins Netz einzubinden.
- 3) LFP3 mit zusätzlicher Versicherung sind so anzuordnen, dass mindestens 1 weiterer Punkt mit zusätzlicher Versicherung angezielt werden kann ("paarweise Versicherung").
- 4) Grenzpunkte sind nicht zwingend von dauerhaft versicherten LFP3 aufzunehmen. An Standorten, an denen LFP3 nicht vernünftig und dauerhaft versichert werden können und nicht mit einer grossen Mutationstätigkeit gerechnet wird, sind Punkte mit provisorischer Versicherung vorzusehen.
- 5) Bei Bolzen ist darauf zu achten, dass diese an einer dauerhaften Stelle angebracht werden (z.B. massiven Randstein oder schwere Betonplatte). Bolzen in Verbund-, Pflaster- oder Rasengittersteinen und im Asphalt sind nicht erlaubt.
- 6) In Baugebieten mit abgeschlossener Quartierüberbauung sind gegenüber neuen Baugebieten oder Bauerwartungsgebieten weniger LFP3 dauerhaft zu versichern.
- 7) Bei der Verteilung der Schächte im Perimeter ist darauf zu achten, dass auch ausserhalb des Baugebietes vereinzelt LFP3 "paarweise" mit einer zusätzlichen Versicherung versehen werden, um homogen im ganzen Gemeindegebiet dauerhaft geschützte LFP3 zu erhalten.
- 8) Entlang des Perimeterrandes sind, sofern nicht an eine bestehende Vermessung angeschlossen wird, ausgewählte Punkte gut und dauerhaft zu versichern, damit bei einer zukünftigen Ersterhebung oder Erneuerung eines Nachbaroperates genügend Anschlusspunkte vorhanden sind.
- 9) Punkte ausserhalb des Bearbeitungsperimeters sind provisorisch zu versichern. Ausnahmen sind im Technischen Bericht zu begründen.

Neben den Grundsätzen gilt speziell zu beachten, dass für die Nachführung genügend dauerhaft versicherte Punkte zur Verfügung stehen und über den ganzen Perimeter genügend Punkte mit zusätzlicher Versicherung vorgesehen werden.

HFP3

- 1) Als Standorte für HFP3 sind stabile Objekte wie Gebäude, Stützmauern und allenfalls Felsen zu wählen, welche gut zugänglich sind. Infolge Setzungen sollen die gewählten Objekte nicht zu neu sein. Pro Objekt ist nur 1 HFP3 anzubringen.
- 2) Als Versicherungsart sind Bolzen an Gebäuden zu bevorzugen. Die neu versicherten Bolzen sollten ca. 3 cm vom Objekt abstehen.
- 3) Die 3m-Latte soll senkrecht gestellt werden können, das heisst Fassadenvorsprünge, Vordächer, Reklametafeln etc. sind zu beachten. Falls nur eine 1m- oder 2m-Latte gestellt werden kann, ist dies im Versicherungsprotokoll zu notieren und im Technischen Bericht zu erwähnen.
- 4) Um Verwechslungen zu vermeiden (Darstellung im Plan für das Grundbuch), sollten die Standorte der HFP3 nicht im unmittelbaren Bereich von Grenzpunkten gewählt werden.

- 5) Bei den Grundeigentümern ist abzuklären, ob Renovationen, Anbauten oder Fassadenisolationen beabsichtigt sind. Die ausgewählten HFP3 Standorte sollten in den Jahren nach der Erstellung keinen Veränderungen ausgesetzt sein.
- 6) Bei Gebäuden / Mauern mit Jura-Kalksteinen ist durch Klopfen z.B. mit einem Bolzen die Fassade auf Hohlräume unter dem Verputz zu überprüfen.

3.3 Zusammenstellung der Punktversicherung

Dem Vermessungsamt ist zur Genehmigung des provisorischen Netzentwurfes und der Punktversicherung eine wie folgt strukturierte Zusammenstellung abzugeben:

LFP3

Materialisierung	Entwurf	Vertrag
LFP3 mit Versicherungsarbeit		
Stein mit Schacht		
Bolzen mit Schacht		
Rohr mit Schacht		
Stein rund		
Bolzen		
Total		
LFP3 ohne Versicherungsarbeit		
Stein mit Schacht, übernommen	A	
Bolzen mit Schacht, übernommen	A	
Rohr mit Schacht, übernommen	A	
Stein rund, übernommen	A	
Bolzen, übernommen	A	
GP-Stein, alt PP	A	
GP-Bolzen, alt PP	A	
GP-Stein		
GP-Bolzen		
Total		
LFP3 mit provisorischer Versicherung		
Total		
LFP1-3		
LFP3 mit definitiver Versicherung		
LFP3 mit provisorischer Versicherung		
LFP1-3 übernommen stationiert		
Total		

HFP3

<i>Materialisierung</i>		<i>Entwurf</i>	<i>Vertrag</i>
HFP3 mit Versicherungsarbeit			
Bolzen			
Nieten			
Total			
HFP3 ohne Versicherungsarbeit			
Bolzen übernommen	A		
Nieten übernommen	A		
Total			
HFP3			
Bolzen			
Nieten			
Total			

4 Messungen

Die Messungen sind streng gemäss genehmigtem Netzentwurf durchzuführen, da nur so die Einhaltung der Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen gewährleistet werden kann.

Die verwendeten Instrumente und Zentriervorrichtungen sind regelmässig zu prüfen und allenfalls zu justieren (TVAV Art. 33).

Dem Vermessungsamt ist jährlich ein Protokoll über die Eichung (Prüfprotokoll) für alle in der amtlichen Vermessung eingesetzten EDM-Instrumente abzuliefern (AV93-Handbuch, TR Instrumententest). Dies gilt auch für Instrumente, die nur in der Nachführung eingesetzt werden.

Unabhängig von der Messmethode gilt es zu beachten, dass bei den Messungen die Original- bzw. Rohmessungen registriert werden. Einzig bei der Distanzmessung werden korrigierte oder reduzierte Distanzen, die durch das Messinstrument direkt angebracht werden, akzeptiert. Die gewählten Einstellungen sind im Messprotokoll zu dokumentieren.

Es ist sicherzustellen, dass die Korrekturen oder Reduktionen bei der Berechnung des strengen Ausgleichs nicht nochmals angebracht werden. Das Vorgehen ist im Technischen Bericht zu beschreiben.

Beim Einsatz von geodätischen GNSS Empfängern ist zu beachten, dass im Empfänger für den Datumwechsel die gültigen LV95-Parameter (3-Parameter-Transformation) verwendet werden. Die historischen Granit87-Parameter (7-Parameter-Transformation) dürfen nicht mehr verwendet werden.

Bei LFP3-Netzen sind bezüglich den Messungen folgende Punkte speziell zu beachten:

- Bei bestehenden Punkten ist vor Messbeginn der Zustand der Versicherung zu überprüfen (Steinneigung).

klassische Netze

- An die eingesetzten Tachymeter werden die nachfolgenden Anforderungen gestellt:
 - Genauigkeit (max. Standardabweichung) für die Richtungen / Zenitdistanzen $\pm 10''$
 - Genauigkeit (max. Standardabweichung) für die Distanzmessung $\pm 5 \text{ mm} + 5 \text{ ppm}$
- Die Instrumentenhöhe ist zu Beginn und am Schluss der Messungen zweifach unabhängig zu erheben.
- Die Visuren zwischen den Punkten sind in beiden Lagen zu beobachten. Hin- und Rückmessungen dürfen nicht gemittelt werden, sondern sind als unabhängige Beobachtungen in die Netzausgleichung einzuführen.
- Es ist anzustreben, Richtungssätze zuerst in der 1. Lage, dann rückwärts in 2. Lage zu messen.

GNSS Netze

- Die Messungen sind im Bezugsrahmen **LV95 / LHN95 bzw.** LV95 / LN02 mit geodätischen Empfängern durchzuführen.
- Die Antennenhöhe ist zu Beginn und am Schluss der Messungen zweifach unabhängig zu erheben.
- Die Messdauer bei GNSS Messungen ist abhängig von der gewählten Messmethode. Für RTK-Messungen (RTK-LRS / RTK-VRS) beträgt die Messdauer mindestens 2 Minuten (inkl. Verbindungsaufbau und Initialisierung).

- Bei den Messungen ist für den Rover mindestens ein Schnellstativ (Lotstock mit zwei Streben) zu verwenden.
- Das Kombinieren von unterschiedlichen Empfänger- bzw.- Antennentypen ist zu vermeiden.
- Beim Einsatz eines swipos-Dienstes der swisstopo mit virtueller Referenzstation (RTK-VRS) ist speziell folgendes zu beachten:
 - Für die GNSS Messungen ist der swipos-Dienst VRS-LV95-LN02 zu wählen. Durch die Verwendung dieses Dienstes werden die Messungen im Bezugsrahmen LV95 erhoben. Die gemessenen orthometrischen Höhen werden direkt bei der Messung mittels HTRANS (Real-time Transformation) näherungsweise ins LN02 transformiert.
 - Vor Messbeginn sind die nachfolgenden Einstellungen am Rover bzw. Empfänger zu überprüfen:

Parameter	swipos-Dienst LV95 und LN02
Datum	Transformationsparameter CHTRS95 \Rightarrow CH1903+ $X_{1903+} = X_{CHTRS95} - 674.374 \text{ m}$ $Y_{1903+} = Y_{CHTRS95} - 15.056 \text{ m}$ $Z_{1903+} = Z_{CHTRS95} - 405.346 \text{ m}$
Projektion	Schweizer Projektion LV95 (mit 1'200000 und 2'600000 Offset)
LSKS	Kein
Geoid	CHGeo2004

Bei HFP3-Netzen sind bezüglich den Messungen folgende Punkte speziell zu beachten:

Nivellement

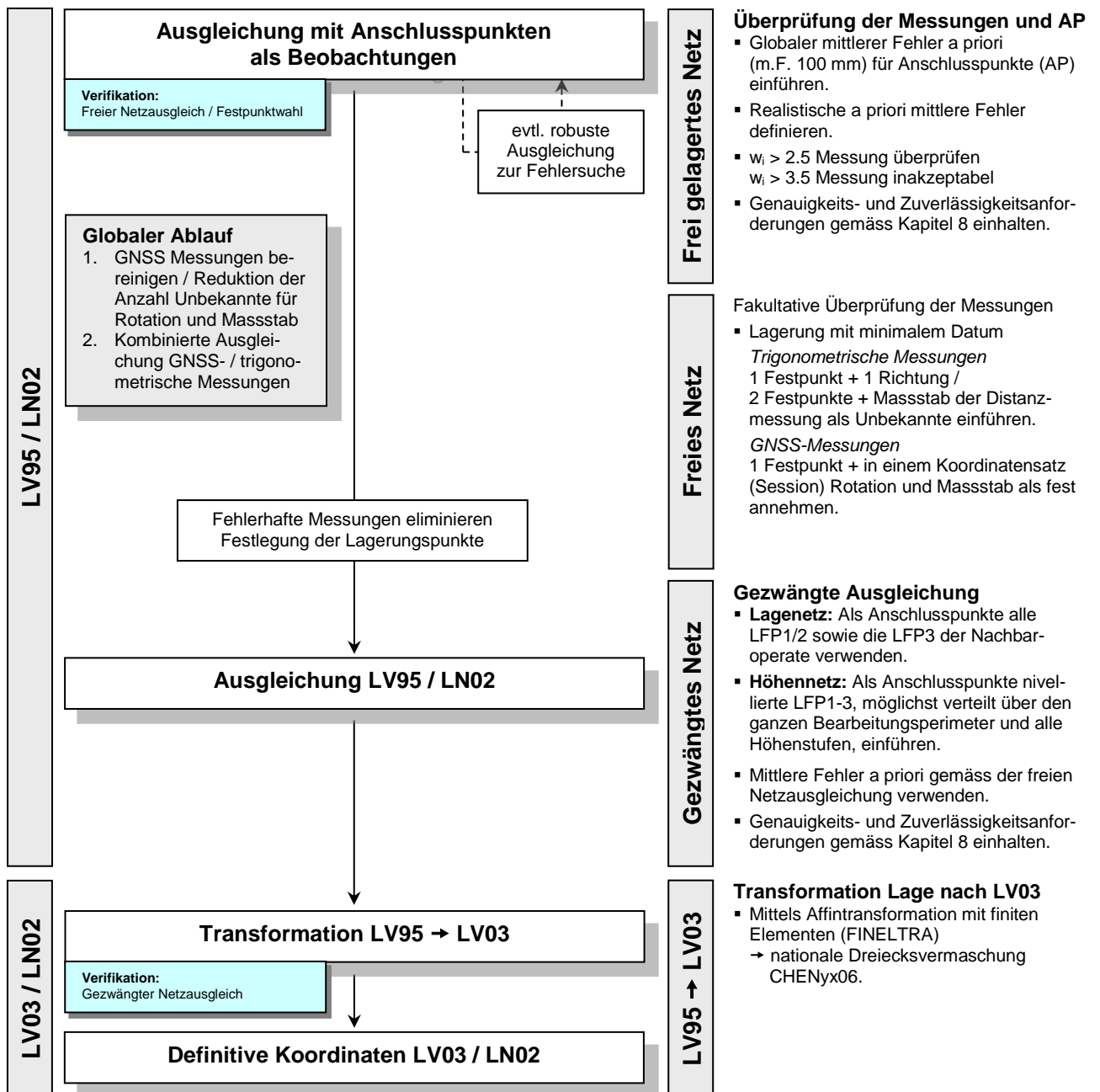
- HFP3-Netze werden grundsätzlich mittels Technischem Nivellement realisiert.
- An die eingesetzten Nivellierinstrumente werden die nachfolgenden Anforderungen gestellt:
- Genauigkeit (max. Standardabweichung) für 1 km Doppelnivellement $< 4 \text{ mm}$.
- Die Nivellierinstrumente und Nivellierlatten sind regelmässig zu prüfen. Die Nivellierprobe ist grundsätzlich an jedem Messtag vor dem Messbeginn durchzuführen und zu dokumentieren.
- Grundsätzlich ist aus der Mitte zu nivellieren. Die Visurlängen dürfen 40 m nicht überschreiten. Um den Einfluss der Refraktion zu vermeiden, dürfen Visuren nicht weniger als 30 cm über dem Boden verlaufen.

5 Auswertung

Ziel der Auswertung ist es, die definitiven Lagekoordinaten und Höhen der LFP3 bzw. definitiven Höhen der HFP3 zu berechnen, den Nachweis zu erbringen, dass die gestellten Anforderungen bezüglich Genauigkeit und Zuverlässigkeit erfüllt werden und die Anschlusspunkte auf ihre Qualität zu überprüfen.

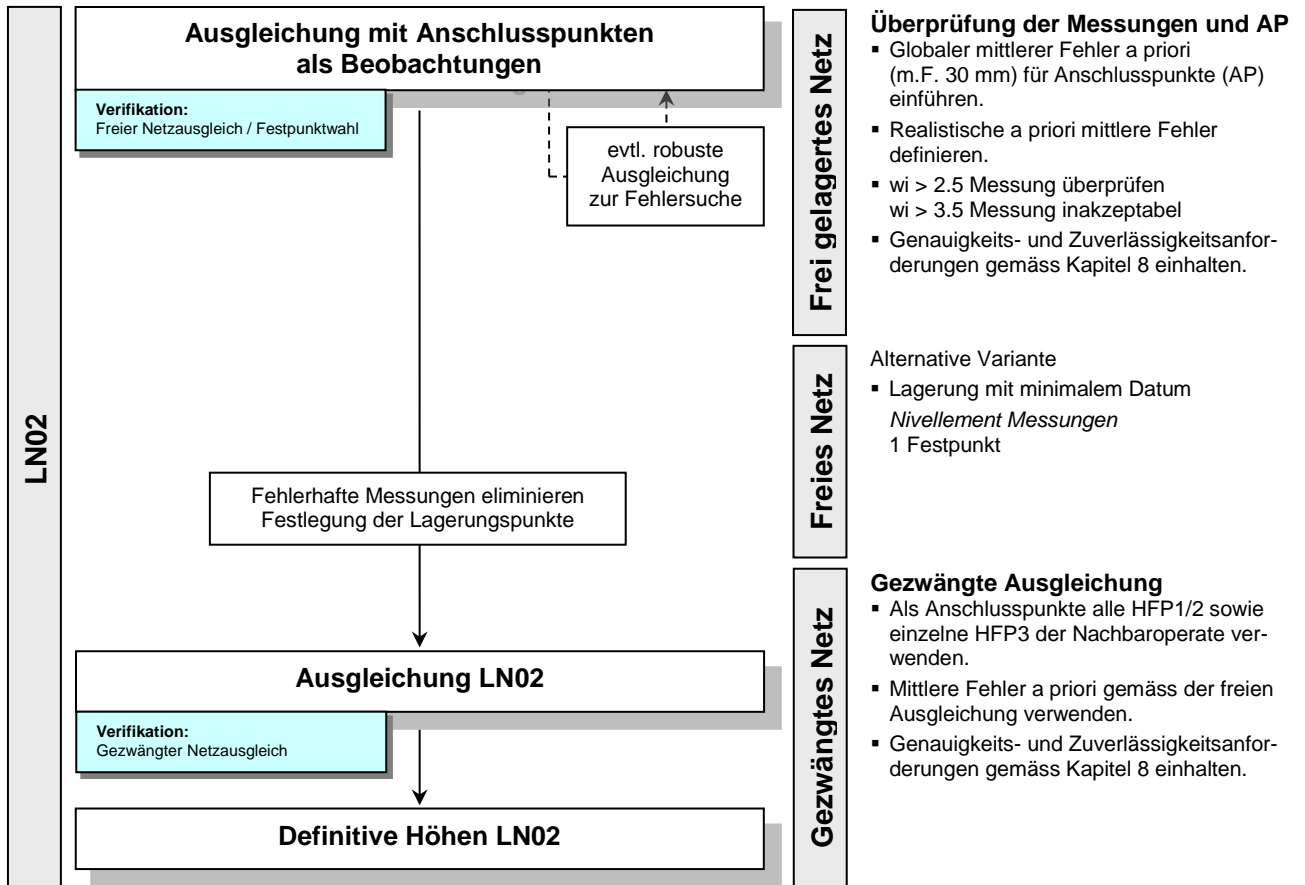
LFP3

Die Auswertung von LFP3-Netzen erfolgt im Bezugsrahmen LV95 / LN02 nach dem folgenden Ablauf:



HFP3

Die Auswertung von HFP3-Netzen erfolgt im Höhenreferenzrahmen LN02 nach dem folgenden Ablauf:

**5.1 Vorbereitung**

Die Vorbereitung umfasst die folgenden Schritte:

- Überspielen der Messdaten.
- Bereinigen der Messungen (z.B. Punktverwechslungen oder atmosphärische Korrektur der grösseren Distanzen).
 - Bei GNSS Messungen, welche im Bezugsrahmen LV95 / LHN95 erhoben wurden, sind die gemessenen orthometrischen Höhen mittels HTRANS näherungsweise ins LN02 zu transformieren.
- Konventionelle oder automatische Berechnung der Näherungskordinaten.
- Einführen von realistischen mittleren Fehlern a priori für die Beobachtungen unter Berücksichtigung der Angaben der Instrumentenhersteller und der eingesetzten Messmethode.

LFP3

Für die Auswertung des LFP3-Netzes im Bezugsrahmen LV95 / LN02 sind als Vorbereitung die Lagekoordinaten der Anschlusspunkte (LFP1-3) mit einer affinen Transformation mit finiten Elementen vom offiziellen Bezugsrahmen LV03 in den Bezugsrahmen LV95 zu transformieren. Grundlage für diese Transformation bildet die nationale Dreiecksvermaschung CHENyx06.

Für die Lage transformation steht ein Online-Rechendienst (REFRAME) der swisstopo zur Verfügung.

www.swisstopo.ch → Interaktive Anwendungen → Rechendienste → REFRAME
Ausgangssystem: LV03 (CH1903) / Zielsystem: LV95 (CH1903+)

Bezüglich Massstabsunbekannte für die elektronisch gemessenen Distanzen gilt grundsätzlich, dass in klassischen Netzen keine Massstabsunbekannte eingeführt wird.

Bei kombinierten Netzen (GNSS- und klassische Messungen) ist im Allgemeinen eine Massstabsunbekannte für die elektronisch gemessenen Distanzen einzuführen. Jedoch muss die Qualität der GNSS Koordinatensätze bzw. Sessionen vorausgehend separat ausgewiesen bzw. überprüft werden. Die Berücksichtigung der Massstabsunbekannte ist abhängig von der Signifikanz der Ergebnisse.

Werden für die Distanzmessungen mehrere Instrumente im LFP3-Netz verwendet, so soll in kombinierten Netzen für jedes Instrument eine eigene Massstabsunbekannte eingeführt werden.

HFP3

Bei den Anschlusspunktgruppen sind die Höhenabrisse zu berechnen. Die orientierten Höhen der Anschlusspunkte sind in die Netzausgleichung einzuführen.

Zur Überprüfung der Messungen sind die Schlaufenabschlussfehler zu berechnen und auszuweisen.

5.2 Ausgleichung zur Beurteilung der Messungen und Netzlagerung

Zur Beurteilung der Messqualität und der Anschlusspunkte wird eine frei gelagerte Netzbeurteilung (weiche Netzlagerung) durchgeführt.

Es gilt nachzuweisen, dass keine groben Fehler in den Messungen vorkommen. Im Weiteren sind die Zwänge zwischen den Anschlusspunkten zu beurteilen.

Bei kombinierten Netzen (GNSS- und klassische Messungen) ist als erster Berechnungsschritt die Beurteilung der Qualität der GNSS Messungen separat auszuweisen. Hierzu ist eine frei gelagerte Netzbeurteilung (weiche Netzlagerung) separat mit den GNSS Messungen durchzuführen.

LFP3

Die Koordinaten (Lage und Höhe) aller Anschlusspunkte werden als Beobachtungen (bewegliche Festpunkte) mit einem grossen mittleren Fehler a priori (m.F. 100 mm) in die Netzausgleichung eingeführt.

HFP3

Die Höhen aller Anschlusspunkte werden als Beobachtungen (bewegliche Festpunkte) mit einem grossen mittleren Fehler a priori (m.F. 30 mm) in die Netzausgleichung eingeführt.

Durch diesen Berechnungsansatz wird zwar keine absolut freie Netzausgleichung erreicht, doch werden annähernd die Ergebnisse eines freien Netzes erzielt. Der Vorteil dieses Berechnungsansatzes liegt darin, dass schlecht ins Netz einbezogene Anschlusspunkte nicht

gesondert behandelt werden müssen und dass die Zwänge in den Anschlusspunkten ohne weitere Berechnungsschritte beurteilt werden können.

Als Alternative bei HFP3-Netzen, kann eine freie Netzausgleichung mit minimaler Lagerung durchgeführt werden. Die Lagerung erfolgt auf einem Anschlusspunkt (Höhe), welcher als Festpunkt eingeführt wird.

5.3 Beurteilung der Resultate

Suche grober Fehler in den Messungen

Die Suche nach groben Fehlern in den Messungen wird am einfachsten mit den folgenden beiden normierten statistischen Indikatoren durchgeführt:

- normierte Verbesserungen w_i
Widerspruch der einzelnen Beobachtung unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeit.
- Indikator g_i
Grösse des vermutlichen Fehlers an der i-ten Beobachtung.

In der frei gelagerten Netzberechnung weisen grosse w_i auf grobe Fehler in den Messungen hin. Diese Messungen gilt es iterativ auf Unstimmigkeiten zu untersuchen. Zu beachten ist, dass ein grober Fehler in den Messungen infolge des "Verschmiereffektes" der MdkQ viele w_i verursachen kann, die grösser sind als der erlaubte Grenzwert. Der grobe Fehler liegt somit am wahrscheinlichsten bei der Beobachtung mit dem grössten w_i . In der gezwängten Netzberechnung weisen grosse w_i auf eine schlechte Übereinstimmung zwischen den Messungen und den Anschlusspunktkoordinaten hin.

Falls es das Ausgleichungsprogramm zulässt, empfiehlt es sich als erstes eine robuste Ausgleichung durchzuführen, da hierdurch der "Verschmiereffekt" nicht mehr auftritt.

Allgemein gilt der Grundsatz, dass Beobachtungen mit groben Fehlern nicht gelöscht werden, sondern nur mit einem sehr grossen mittleren Fehler a priori versehen bzw. eliminiert werden.

Die Grenzwerte für die Indikatoren sind im Kapitel 8 aufgeführt.

GNSS Messungen

Die Beurteilung der Qualität der GNSS Messungen erfolgt mit einer frei gelagerten Netzbe-rechnung.

Da die GNSS Messungen im Bezugsrahmen LV95 / LHN95 bzw. LV95 / LN02 durchgeführt werden, sollten die ausgewiesenen Massstäbe und Orientierungen der GNSS Koordinaten-sätze bzw. Sessions grundsätzlich gegen Null tendieren und realistische Werte aufweisen. Die Werte sollten das 2.5-fache ihres mittleren Fehlers nicht übersteigen. Weichen Massstab und Orientierung der Session zu stark voneinander ab, ist ein Fehler in der GNSS Auswertung zu vermuten.

Modellannahmen

Die Fehlerquotienten zeigen das Verhältnis zwischen den mittleren Fehler a priori (gewählt) und a posteriori (aus Ausgleichung berechnet).

Die Wahl der mittleren Fehler a priori ist von verschiedenen Faktoren (Instrument, Messmethode, ...) abhängig. Ein möglicher Hinweis geben jedoch die Angaben der Instrumenten-hersteller.

Normalerweise wird in den Ausgleichungsprogrammen ein Gesamtquotient für Lage und Höhe und ein Quotient für jede Beobachtungsgruppe ausgewiesen.

Das stochastische Modell wird in der frei gelagerten Netzberechnung beurteilt, indem bei genügender Anzahl Messungen und bei realistisch gewählten mittleren Fehlern a priori diese Quotienten überprüft werden.

Die zulässige Grösse dieser Quotienten wird im Kapitel 8 beschrieben.

Genauigkeit und Zuverlässigkeit

Die frei gelagerte Netzberechnung wird bezüglich seiner Genauigkeit beurteilt, indem die Grösse der mittleren Fehlerellipse a posteriori aller Neupunkte (bzw. des mittleren Fehlers der Höhe) untersucht werden.

Die Beurteilung der Netzgeometrie und der Zuverlässigkeit erfolgt anhand der folgenden Zuverlässigkeitsindikatoren:

- lokaler Zuverlässigkeitsindikator z_i
Gibt für jede Beobachtung an, wie sich die Überbestimmung des Netzes auf die Beobachtungen verteilt.
- Indikatoren der äusseren Zuverlässigkeit ("Zuverlässigkeitsrechtecke") NA / NB bzw. NH.

Der lokale Zuverlässigkeitsindikator z_i gibt für jede Beobachtung an, wie sich die Überbestimmung des Netzes auf die Beobachtungen verteilt. z_i ist eine dimensionslose Grösse, die Summe aller z_i entspricht dem Freiheitsgrad des Netzes.

$z_i =$	0 %	die Beobachtung ist nicht kontrolliert
$z_i =$	25 %	die Beobachtung ist genügend kontrolliert
$z_i =$	50 %	entspricht einer Doppelmessung
$z_i =$	100 %	die Beobachtung ist perfekt kontrolliert

Die zweite Grösse, die zur Beurteilung der Netzgeometrie hinzugezogen werden muss, ist für das Lagenetz die Grösse der Indikatoren NA / NB des für jeden Neupunkt berechneten "Zuverlässigkeitsrechtecks", für das Höhennetz die Grösse des Indikators NH. Diese Grössen quantifizieren den maximalen Einfluss, den ein unentdeckt gebliebener grober Fehler in den Beobachtungen auf die Koordinaten bzw. die Höhe des Neupunktes ausüben kann. Die für den entsprechenden Indikator verantwortliche, „unzuverlässigste“ Beobachtung wird gekennzeichnet.

Die Indikatoren der äusseren Zuverlässigkeit (NA / NB und NH) sind mit den mittleren Fehlern a priori zu berechnen und werden abschliessend erst in der gezwängten Netzberechnung beurteilt.

Die Toleranzen für die Grösse der mittleren Fehlerellipse und die Zuverlässigkeitsindikatoren sind im Kapitel 8 definiert.

Netzzwänge (Anschlusspunkte) / Festpunktwahl

Für die Beurteilung der Netzzwänge ist eine graphische Darstellung der Zwänge (Verbesserungen bzw. Restklaffen) in einem Vektorplan (Lage und Höhe) zu erstellen. Bei der Analyse ist jedoch nicht nur die Dimension der Vektoren sondern auch deren Ausrichtung massgebend.

Betreffend Toleranzgrenzen der Zwänge in bestehenden Fixpunktnetzen, können keine festen Grössen angegeben werden. Auftretende Differenzen sind unter Berücksichtigung der Anschlusspunkte, der örtlichen Begebenheiten und der Toleranzstufe abzuklären und im Technischen Bericht zu umschreiben.

LFP3

Für LFP3-Netze gilt ein Richtwert von ± 50 mm für Lage und Höhe.

HFP3

Für HFP3-Netze gilt ein Richtwert von ± 5 mm.

Die definitive Festpunktwahl ist dem Vermessungsamt mit der Einreichung der frei gelagerten Netzberechnung zur Genehmigung einzureichen.

5.4 Definitive Berechnung

Nach der Beurteilung der Messungen und der Netzlagerung wird die definitive Berechnung bzw. gezwängte Netzberechnung durchgeführt. Dabei werden die Lagekoordinaten und Höhen der Anschlusspunkte als fehlerfrei angenommen. Diese werden als Festpunkte in die Ausgleichung eingeführt und das gemessene Netz eingezwängt. Die mittleren Fehler a priori der frei gelagerten Netzberechnung sind unverändert zu übernehmen.

Die resultierenden Lagekoordinaten und Höhen der Neupunkte haben die Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen gemäss Kapitel 8 einzuhalten.

5.5 Erneuerung / Überführung des alten PP-Netzes

Bei einer Erneuerung wird das neue LFP3-Netz analog dem Vorgehen gemäss Kapitel 5.1 - 5.4 berechnet, wobei für die weiche Netzlagerung die Anschlusspunkte mit einem mittleren Fehler von über 100mm eingeführt werden.

Nach Abschluss der Verifikation der gezwängten Netzberechnung sind die alten Polygonpunkte, welche für die Aufarbeitung gebraucht aber nicht mehr in die Nachführung übernommen werden, im Bezugsrahmen LV03 mit den alten Messungen streng auszugleichen.

Werden die alten Polygonpunkte mit den alten Messungen ausgeglichen, wird eine Berechnung mit den Anschlusspunkten als Beobachtungen durchgeführt. Die Koordinaten des neuen Netzes werden dazu als Beobachtungen (bewegliche Festpunkte) eingeführt.

Einer realistischen Gewichtung der alten Messungen ist besondere Beachtung zu schenken. Anschliessend werden die alten Messungen gezwängt ins neue Netz eingerechnet.

5.6 Ausgleichsprogramme

Für die Strenge Ausgleichung von LFP3- und HFP3-Netzen muss die verwendete Software den Anforderungen der AV93 (Berechnung der geforderten Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsindikatoren) genügen. Vom Vermessungsamt werden die Programme LTOP und NEPTAN zugelassen. Die Verwendung anderer Programme bedarf einer Genehmigung durch das Vermessungsamt.

5.7 Verifikation

Die Verifikation der Strengen Netzausgleichung erfolgt in den beiden Verifikationsschritten "Freier Netzausgleich / Festpunktwahl" und "Gezwängter Netzausgleich" (Definitive Berechnung). Bei Erneuerungen wird die Überführung des alten PP-Netzes in einem zusätzlichen Verifikationsschritt überprüft. Details zur Verifikation sind in der TR Verifikation aufgeführt.

Um die Verifikation der Strengen Netzausgleichung zu erleichtern und allfällige Fehler einfacher aufdecken zu können, sind mit der Einreichung der notwendigen Akten auch die Auswertungsdateien auf einer CD abzuliefern.

HFP3

Bei der Strengen Netzausgleichung von HFP3-Netzen ist es dem Unternehmer überlassen die freie und gezwängte Netzausgleichung gemeinsam zur Verifikation einzureichen.

6 Dokumentation

In der TR Verifikation sind die Akten aufgeführt, welche für die einzelnen Verifikationsschritte zu erstellen sind.

6.1 Archivierung beim Nachführungsgeometer

Zur Dokumentation der strengen Netzausgleichung sind die folgenden Akten dem Nachführungsgeometer zur Archivierung abzugeben:

auf Papier	Definitive Netzpläne - LFP3-Lagenetzplan - LFP3-Höhennetzplan - HFP3-Netzplan
	Punktnummernpläne - LFP3-Punktnummernplan - HFP3-Punktnummernplan
	Gezwängter Netzausgleich; Definitive Berechnung - Titelblatt - Abrisse - Koordinatenliste - Liste der Genauigkeitsnachweise - Liste der Zuverlässigkeitsnachweise
	Freier Netzausgleich; Berechnung mit Anschlusspunkten als Beobachtungen - Titelblatt - Abrisse - Koordinatenliste - Liste der Genauigkeitsnachweise - Liste der Zuverlässigkeitsnachweise
	Vektorpläne - LFP3 Vektorplan - HFP3 Vektorplan
	Technische Berichte (Unternehmerberichte) - LFP3 bzw. HFP3 Netzentwurf - LFP3 bzw. HFP3 Freier Netzausgleich / Festpunktwahl - LFP3 bzw. HFP3 Gezwängter Netzausgleich
	HFP3-Punktprotokolle
Numerisch	Messungen, Koordinaten und Steuerparameter, so dass die Berechnung jederzeit wiederholt werden kann.

Bei einer Erneuerung sind die gleichen Akten der Ergebnisse der Berechnungen mit alten Messungen zu archivieren.

Beim Unternehmer (Geometer) einer Ersterhebung / Erneuerung werden keine technischen Akten der Fixpunktnetze archiviert.

6.2 Archivierung beim Vermessungsamt

Zur Dokumentation der strengen Netzausgleichung werden die folgenden Akten beim Vermessungsamt archiviert:

auf Papier	Definitive Netzpläne - LFP3-Lagenetzplan - LFP3-Höhennetzplan - HFP3-Netzplan
	Punktnummernpläne - LFP3-Punktnummernplan - HFP3-Punktnummernplan
	Gezwängter Netzausgleich; Definitive Berechnung - Titelblatt - Abrisse - Koordinatenliste - Liste der Genauigkeitsnachweise - Liste der Zuverlässigkeitsnachweise
	Freier Netzausgleich; Berechnung mit Anschlusspunkten als Beobachtungen - Titelblatt - Abrisse - Koordinatenliste - Liste der Genauigkeitsnachweise - Liste der Zuverlässigkeitsnachweise
	Vektorpläne - LFP3 Vektorplan - HFP3 Vektorplan
	Technische Berichte (Unternehmer- und Verifikationsberichte) - LFP3 bzw. HFP3 Netzentwurf - LFP3 bzw. HFP3 Freier Netzausgleich / Festpunktwahl - LFP3 bzw. HFP3 Gezwängter Netzausgleich
	Genehmigte provisorische Netzentwürfe - LFP3-Netzentwurf - HFP3-Netzentwurf
	Prüfprotokolle der verwendeten EDM-Instrumente
	HFP3-Punktprotokolle

Bei einer Erneuerung sind die gleichen Akten der Ergebnisse der Berechnungen mit alten Messungen zu archivieren.

7 Nachführung

Die nachfolgenden Bemerkungen gelten für die Nachführung von streng ausgeglichenen Fixpunktnetzen.

LFP3

Die Nachführung bzw. Neubestimmung von LFP3 innerhalb eines streng ausgeglichenen Netzes muss nach den Regeln der strengen Ausgleichung erfolgen und nach der MdkQ berechnet werden.

Beziehungen zu den direkt benachbarten LFP3 müssen in die Messungen miteinbezogen werden.

Als Anschlusspunkte dürfen nur LFP1-3 verwendet werden.

Verlegte oder neu entstandene LFP3 erhalten eine neue Punktnummer. Sie sind auf dem LFP3-Punktnummernplan in rot einzutragen. Wegfallende LFP3 sind in rot zu streichen und in der Datenbank zu löschen.

Der LFP3-Punktnummernplan wird dauernd nachgeführt und verwaltet und bei Bedarf neu erstellt. Die Netzpläne werden nicht nachgeführt.

Auf einer Kopie des LFP3 Punktnummernplanes wird die Messanordnung in rot dargestellt und zusammen mit der Berechnung archiviert.

LFP3 können auch mittels der bestehenden Messungen auf die Nachbarpunkte rekonstruiert oder vollständig neu bestimmt werden. Die Rekonstruktion ist mit einer geeigneten Kontrolle zu überprüfen.

HFP3

Bei der Nachführung bzw. Neubestimmung von HFP3 innerhalb eines streng ausgeglichenen Netzes müssen immer mindestens zwei benachbarte HFP3 oder HFP1/2 Punktgruppen miteinbezogen werden. Der neue HFP3 ist mittels Höhenabriss in die Anschlusspunkte einzupassen. Eine strenge Ausgleichung nach der MdkQ ist nicht zwingend.

Als Anschlusspunkte dürfen nur HFP1-3 verwendet werden.

Verlegte oder neu entstandene HFP3 erhalten eine neue Punktnummer. Sie sind auf dem HFP3-Punktnummernplan in rot einzutragen. Wegfallende HFP3 sind in rot zu streichen und in der Datenbank zu löschen.

Der HFP3-Punktnummernplan wird dauernd nachgeführt und verwaltet und bei Bedarf neu erstellt. Der Netzplan wird nicht nachgeführt.

8 Toleranzen (Grenzwerte)

Die Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen sind in der gezwängten Netzberechnung (Definitive Berechnung) einzuhalten und gelten auch in der Nachführung. In einem gut bestimmten Netz mit realistischen Annahmen für das stochastische Modell, sind die Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen mit Ausnahme der äusseren Zuverlässigkeit auch in der frei gelagerten Netzberechnung einzuhalten.

Anforderungen an alle Messungen (TVAV, Art. 55):

maximal zulässige normierte Verbesserung: $w_i = \pm 3.5$

Anforderungen an das Modell:

Zulässiges Intervall für die Fehlerquotienten: $0.7 < \text{Fehlerquotient} < 1.2$

Anforderungen an die Genauigkeit der LFP3 Neupunkte:

	TS 2 / 3	TS 4
Lage (grosse Halbachse der mittleren Fehlerellipse a posteriori)	MFA 40 mm	100 mm
Höhe (mittlerer Fehler a posteriori)	MFH 60 mm	150 mm

Anforderungen an die Genauigkeit der HFP3 Neupunkte:

	TS 2
Höhe (mittlerer Fehler a posteriori)	MFH 5 mm

Anforderungen an die lokale Zuverlässigkeit:

Minimalwert für die lokale Zuverlässigkeit: $z_i > 25 \%$

Lokale Zuverlässigkeitswerte z_i unter 25 % werden akzeptiert, falls die Werte der äusseren Zuverlässigkeit (NA / NB) innerhalb der Toleranz sind.

Anforderungen an die äussere Zuverlässigkeit der LFP3 Neupunkte:

	TS 2 / 3	TS 4
Lage (halbe Länge des Zuverlässigkeitsrechteckes a priori)	NA 120 mm	300 mm
Höhe (Indikator der äusseren Zuverlässigkeit a priori)	NH 180 mm	450 mm




Anforderungen an die äussere Zuverlässigkeit der HFP3 Neupunkte:

	TS 2
Höhe (Indikator der äusseren Zuverlässigkeit a priori)	NH 15 mm









Anhang

Legende zum Netzentwurf

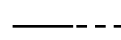
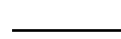
Punktklassierung:

-  stationierbarer LFP1/2
-  nicht stationierbarer LFP1/2
-  übernommener LFP3 (inkl. Punktnummer)

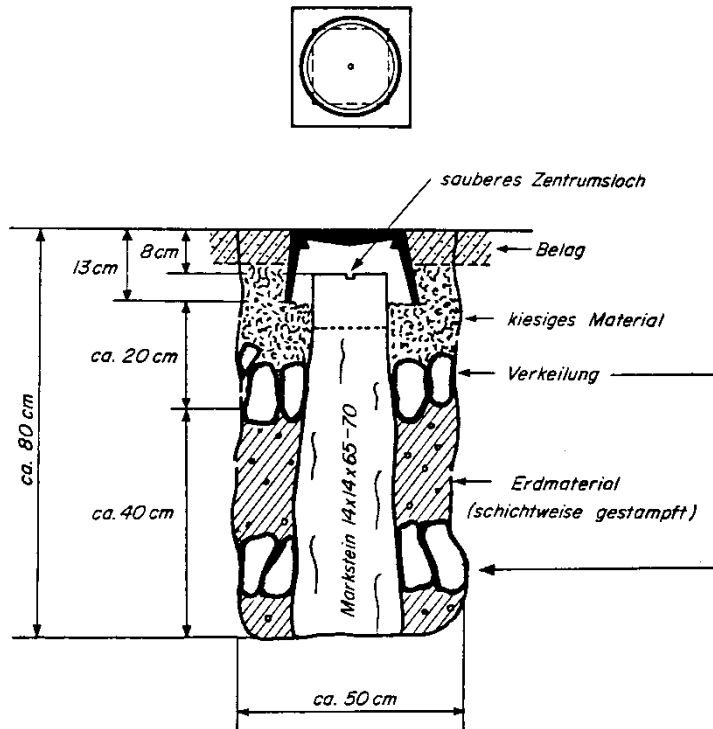
Punktversicherung:

-  Stein mit Schacht
 -  Bolzen mit Schacht
 -  Rohr mit Schacht
 -  Stein rund
 -  Bolzen
 -  GP-Stein
 -  GP-Bolzen
 -  Pfahl / Kunststoffmarke
- A** Alter PP, Versicherung wird übernommen
- Bopl** mit Bodenplatte

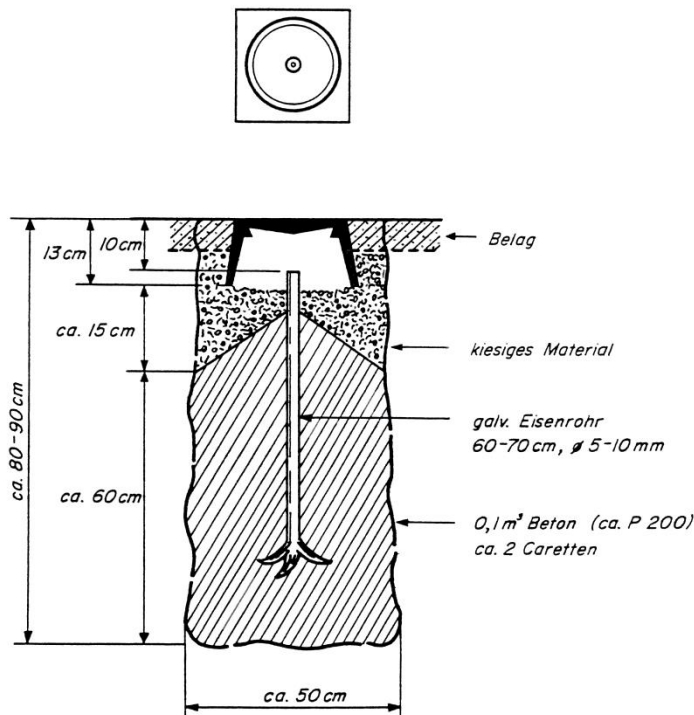
Visuren:

-  einseitig
-  gegenseitig

Stein mit Gusschacht



Rohr mit Gusschacht



Stein mit Bodenplatte

