



# Konzept SG200 des Kantons St.Gallen

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3	
1.1	Allgemeines	3	
1.2	Zielsetzungen	3	
2	Stand AV	3	
3	Konzept Lagefixpunkte	3	
3.1	Bestandesaufnahme	3	
3.1.1	Entstehung	3	
3.1.2	Punktdichte Triangulation 1.-4. Ordnung	4	
3.1.3	Erfahrungen aus Nachführungs- und Erneuerungsarbeiten	4	
3.2	Künftiger Bestand	4	
3.2.1	Allgemeines	4	
3.2.2	Punktdichte LFP1-2	5	
3.2.3	Punktstandorte SG200	5	
3.2.4	Kennzeichnungen	6	
3.3	Vorbereitung zur Transformation LV03 ↔ LV95	6	
3.3.1	Aufbau der Dreiecksvermaschung für FINELTRA	6	
3.3.2	Bestimmung der Koordinaten in LV95	6	
3.3.3	Überprüfung der Qualität der Dreiecksvermaschung	6	
3.3.4	Massnahmen zur Vorbereitung der Daten der AV	7	
3.4	Lagerung neuer Fixpunktnetze (LFP3)	8	
3.4.1	Messung und Auswertung der Netze	8	
3.4.1.1	Im Bezugsrahmen LV03		8
3.4.1.2	Im Bezugsrahmen LV95		9
3.4.2	Umgang mit Vermessungen unterschiedlicher Qualität	9	
3.4.3	Nachbarkantone	9	
3.5	Nachführung und Unterhalt	9	
3.5.1	Zuständigkeiten	9	
3.5.2	Technisches Vorgehen in der Nachführung	10	
3.5.2.1	Punkte SG200	10	
3.5.2.2	Hochzielpunkte	10	
3.5.3	Begehungen	10	
3.5.4	Verwaltung	10	
4	Konzept Höhenfixpunkte		11
4.1	Bestandesaufnahme	11	
4.1.1	Landesnivellement HFP1 (LN02)	11	
4.1.2	Kantonales Nivellement HFP2	11	
4.1.3	Gemeinde-Nivellement HFP3	12	
4.2	Künftiger Bestand	12	
4.2.1	HFP2-Netz	12	
4.2.2	HFP3-Netz	13	
5	Massnahmenkatalog	13	
5.1	Neuerstellung / Anpassung von FP	13	
5.2	Umklassierung / Löschung von FP	13	
5.3	Richtlinien für Arbeiten im LFP3/HFP3-Bereich	13	
6	Realisierungsplan	14	
7	Finanzierung	14	
8	Genehmigung des Konzeptes	15	
1A	Grundlagen		

- 1B Abkürzungen
- 1C Transformationsschritte
- 1D Fineltravermaschung Kanton St. Gallen
- A2 Doppelkoordinaten auf Hoheitsgrenzen (Teilweise überholt, siehe Konzept Lokale Entzerrungen über LFP3).
- A3 Punktkosten / Kostenverteiler auf die Gemeinden
- A4 Lagerung in SG200, Stand der Arbeiten
- A5 Stand der Erneuerung der amtlichen Vermessung im Kanton St. Gallen
- A6 Geodätische Grundlagen, Sonderdruck aus der Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, 1943

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

Vor Beginn der Realisierung der AV93 war klar, dass die bisherige Arbeitspraxis der Triangulationsnachführung den neuen Bedingungen bezüglich Technik, Vorschriften und Terminplanung anzupassen ist. Zu sehr haben sich die Voraussetzungen bei den Messgeräten und in der Auswertetechnik gewandelt. Heute ist in den Unternehmen und in der LFP2-Nachführung des KVA dieselbe Arbeitsumgebung vorhanden. Es gilt diese Synergien zu nutzen und den Nachführungseinsatz im LFP2-Netz klar zu definieren.

Die in diesem Bericht verwendeten Grundlagen sind im Anhang 1A aufgelistet.

## 1.2 Zielsetzungen

- Die Anzahl der LFP2 ist gemäss TVAV zu reduzieren.
- Die GPS-Messmethode RS/RTK mit ihren Randbedingungen ist zu berücksichtigen.
- Für die Erstellung der Vorprojekte muss die Lagerung der LFP3-Netze klar definiert sein.
- Vor Arbeitsbeginn der AV93, (KE, Neuvermessung) müssen die notwendigen Lagerungspunkte mit ihren Kennzeichnungen erstellt sein.
- Die Erstellung der LFP2 Punkte erfolgt zonenweise gemäss dem kantonalen Realisierungsprogramm der AV und dem Fixpunktkonzept.
- Das neue Fixpunktnetz LFP2 bereitet den Übergang von LV03 nach LV95 vor (TSP2).
- Die definitive Lagerung der LFP3-Netze erfolgt ausschliesslich auf LFP1 und den SG200 Punkten im Bezugsrahmen LV03.

# 2 Stand AV

Über den aktuellen Stand der AV im Kanton St. Gallen informiert die im Anhang 5 enthaltene Übersichtskarte im Massstab 1:250'000.

In über der Hälfte aller Gemeinden (Stand 2000) im Kanton St. Gallen sind entsprechende Operate in Arbeit. Von den anerkannten Operaten sind vier Gemeinden vollständig und sieben Gemeinden teilweise in abgeschlossen.

# 3 Konzept Lagefixpunkte

## 3.1 Bestandesaufnahme

### 3.1.1 Entstehung

Die Triangulation 4. Ordnung im Kanton St. Gallen ist in den Jahren 1915 bis 1935 entstanden. Das Gebiet des Kantons St. Gallen lässt sich bei einer Betrachtung der geodätischen Grundlagen nicht von den Kantonen Appenzell A.Rh. und I.Rh. trennen. Das gesamte Fixpunktnetz setzt sich aus 19 Operaten zusammen. Die Geschichte ist in einem Sonderdruck aus der Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, 1943, festgehalten (Anhang 6).

### 3.1.2 Punktdichte Triangulation 1. - 4. Ordnung

Die Punktmenge per Ende 1996 setzte sich folgendermassen zusammen:

3939	Stationierbare Boden- und Hochpunkte
268	Hochzielpunkte
97	Topopunkte

4304	Total Triangulationspunkte
------	----------------------------

Aus der obigen Zusammenstellung resultiert bei einer Kantonsfläche von 2014 km<sup>2</sup> eine mittlere Punktdichte von 2.1 TP/km<sup>2</sup>. Im Mittelland liegt sie bei zirka 3.5 TP/km<sup>2</sup>, in den Alpen sinkt sie bis 1.5 TP/km<sup>2</sup>.

Der heutige Stand (5. Mai 2000) der Datenbanken in TRIDAT ist:

<b>LFP1-2</b>	3326	Stationierbare Boden- und Hochpunkte
	273	Hochzielpunkte
	28	Topopunkte
	3697	Total Triangulationspunkte
	70	aus Nachbarkantonen

<b>LFP3</b>	726	Stationierbare Bodenpunkte
-------------	-----	----------------------------

### 3.1.3 Erfahrungen aus Nachführungs- und Erneuerungsarbeiten

Aus der Nachführungstätigkeit der vergangenen Jahre kann von einem Lagezwang zwischen zwei beliebigen benachbarten Triangulationspunkten von 0 - 10 cm ausgegangen werden. Bei grösseren Lagezwängen sind die Kennzeichnungen nicht mehr identisch ( z.B. Rutschpunkte).

Bei ca. 5% des Punktbestandes waren uns mangelhafte Kennzeichnungen bekannt ( Schadenkartei ). Abgeschlagene, überdeckte und mehr als 2 cm gerechnete Steinschiefen sind hier aufgeführt. Weil ein unmittelbarer Handlungsbedarf nicht ausgewiesen war, wurde die Instandstellung aus Zeitgründen auf später verschoben.

Temporäre Rückversicherungen, Punktverlegungen und Neupunktbestimmungen waren nebst grösseren Revisionsarbeiten in ganzen Gemeinden die Hauptaufgaben der im Kanton St.Gallen für die Nachführung zuständigen Personen ( 1 Ingenieur HTL und 1 Messgehilfe ).

## 3.2 Künftiger Bestand

### 3.2.1 Allgemeines

Aus den Zielsetzungen (vergl. vorangehendes Kapitel 1.2) und aus Sicherheitsüberlegungen (z.B. Ausfall der GPS-Satelliten), haben wir nach verschiedenen Varianten die Punktdichte des künftigen LFP2-Netzes derjenigen der ehemaligen Triangulation 3. Ordnung angepasst. Das bedeutet für den Kanton St. Gallen rund 200 Punkte. Dieses Netz heisst neu SG200. Für das ganze Kantonsgebiet ergeben sich mit der vorliegenden Punktverteilung, bei der Verwendung von SG200 Punkten als Referenzstationen, Basislinien die deutlich unter 5000 m

liegen. Der flächenmässige Einsatz von GPS-RTK ist somit mit hinreichender Genauigkeit sichergestellt.

Die praktischen Erfahrungen aus den Fixpunktnetzlagerungen der vergangenen Jahre zeigten, dass bereits mit klassischen Messmitteln ein Anschluss an die ehemaligen TP 3. Ordnung überall problemlos möglich war. Die heute verlangte ausschliessliche Lagerung neu gemessener Fixpunktnetze auf SG200 und somit deren Referenzierung ist mit einem vertretbaren Aufwand zu bewerkstelligen. Das heutige SG200-Netz unterscheidet sich hauptsächlich in der Standortwahl seiner Fixpunkte vom alten Triangulationsnetz 3. Ordnung. Bei einem allerdings nach heutigen Erkenntnissen eher unwahrscheinlichen Fall des völligen Wegfalls der GPS-Messmethode, wäre eine Nachführung mit Theodolit und Distanzmesser über Exzentren und Zwischenpunkte möglich.

### 3.2.2 Punktdichte (LFP1-2)

Ehemalige Punkte 3. Ordnung werden gemäss einem Schreiben vom 23 April 1998 des Bundesamtes für Landestopographie der Nachführungscompetenz des Kantons unterstellt. Sie werden nachfolgend wie Triangulationspunkte 4. Ordnung behandelt.

Die Auswahl der neuen SG200 Punkte wird aus sämtlichen Punkten der neuen Landesvermessung 95 (LV95-HP, -VP und TSP1) und einem Teil der ehemaligen Triangulationspunkte 3. und 4. Ordnung getroffen. Sie sind homogen verteilt, wobei die Punktdichte in Gebirgsgebieten tiefer ist.

Im künftigen LFP1-2 Netz sind nebst den LV95 Punkten (10), den SG200 Punkten (etwa 190) auch die Hochzielpunkte (300) enthalten. Bei einer Kantonsfläche von 2014 km<sup>2</sup> und 500 LFP1-2 ergibt sich eine neue Punktdichte von 0.25.

### 3.2.3 Punktstandorte SG200

In einem Büroentwurf sind diese 190 Punkte als provisorischer Standort über den ganzen Kanton ausgewählt worden. Soweit bekannt, beurteilten wir sie gemäss den nachfolgenden Kriterien. Eine abschliessende Beurteilung ist erst nach einer Feldbegehung möglich.

Beurteilungskriterien:

- Integration im ehemaligen TR-Entstehungsoperat (Netzplan)
- Zustand der Kennzeichnung (aktuell, Geschichte)
- Zugang
- GPS-Tauglichkeit

Punkte mit schlechter Beurteilung werden in der Realisierungsphase mit gezielten Massnahmen optimiert, so dass sie den neuen Ansprüchen entsprechen.

Zielvorgaben:

- homogene Punktverteilung
- repräsentative LV03 Werte
- Bezug zum LN02 (Landesnivellement)
- revidierte Kennzeichnung
- rascher und einfacher Zugang (Auto)
- möglichst freier Horizont (GPS-Einsatz)

### 3.2.4 Kennzeichnungen

Falls der Standort mit einem bestehenden Triangulationspunkt identisch ist und die letzte Revision (Steinzentrierung) mehr als 10 Jahre zurückliegt wird die Kennzeichnung erneuert. Zwecks einer genauen Zentrierung und einer eindeutigen Identifizierung werden in die Steinzentrumslöcher Bolzen mit der Beschriftung SG200 eingemauert. Bei bestehenden Lochbolzen wird eine Tafel mit der Aufschrift SG200 gesetzt.

## 3.3 Vorbereitung zur Transformation LV03 $\sqrt$ LV95

### 3.3.1 Aufbau der Dreiecksvermaschung für FINELTRA (Anhang 1D)

Über sämtliche LFP1 (LV95-HP, -VP, TSP1) und LFP2 (SG200) definiert sich die Dreiecksvermaschung im Kanton St. Gallen. Seit 1997 wurde sie aufgebaut und ist heute über das ganze Kantonsgebiet erstellt. Sie wird derzeit bereits für die definitive Lagerung der freien Netzberechnungen von neu gemessenen LFP3-Netzen benutzt. Der aktuelle Arbeitsstand ist in der Tabelle „Lagerung in SG200“ im Anhang 4 ersichtlich.

Der Stand der Arbeiten (siehe auch das nachfolgende Kapitel 3.4.3) über die Kantonsgrenze hinweg ist der folgende:

Mit den Kantonen Appenzell AR und Appenzell IR ist die Dreiecksvermaschung bereits vollständig definiert.

Mit dem Kanton Thurgau ist die Dreiecksvermaschung bis auf den Abschnitt nördlich Muolen ebenfalls vollständig definiert und abgesprochen.

Für die restlichen angrenzenden Kantone Zürich, Schwyz, Glarus und Graubünden sind noch detaillierte Absprachen notwendig.

Das Fürstentum Liechtenstein wird als Ausland betrachtet.

An der Landesgrenze ist die Dreiecksvermaschung SG200 mit denjenigen Endpunkten der landesweiten, grossmaschigen Definition identisch (TSP1).

### 3.3.2 Bestimmung der Koordinaten in LV95

Die Bestimmung der LV95 Werte der SG200 ist für uns ein wesentlicher Sicherheitsfaktor. Kennzeichnungen, auch bei einer sehr sorgfältigen Standortwahl, sind heutzutage durch Bauarbeiten stark gefährdet. Für die Qualität der TSP2 (SG200) ist es von grosser Bedeutung, dass die Revision der Kennzeichnung und die Bestimmung der LV03/LV95 Werte in einem möglichst kurzen Zeitraum erfolgt. Eine nach Abschluss dieser Arbeiten erfolgte Zerstörung einer Kennzeichnung kann dann hingenommen werden (siehe auch die nachfolgenden Kapitel 3.4.1.2 und 3.5.2.1). Gemäss einem Messplan werden deshalb laufend die entsprechenden Basislinien gemessen und ausgewertet. Diese Messkampagne begann 1998 und sollte Ende 2000 abgeschlossen sein. Aus Kapazitätsgründen (max. 100 GPS-Koordinatensätze) erfolgt die definitive Berechnung mit LTOP in einem Teilnetz Nord und einem Teilnetz Süd.

### 3.3.3 Überprüfung der Qualität der Dreiecksvermaschung

Seit 1997 werden im Kanton St. Gallen LFP3-Netze nur noch SG200 gelagert. Für den Unternehmer besteht zudem die Auflage, sämtliche bestehenden ehemaligen Triangulationspunkte welche abklassiert werden, ebenfalls mit GPS einzumessen.

#### Lage:

Nach der definitiven Netzlagerung mit FINELTRA durch das KVA, kann mit einem Differenzvektorplan (alte Werte - neue Werte der ehemaligen TP) die Wahl der LV03-Werte der SG200 Punkte a posteriori bezüglich ihrem Umfeld beurteilt werden. Die Grösse der Verzerrungshauptachsen aus der FINELTRA-Transformation (ppm) zeigen ebenfalls die Inhomoge-

nität von SG200/LV03. Bei grösseren Differenzen aus dem Differenzvektorplan oder übermässig grossen Verzerrungshauptachsen, können die LV03 Werte von SG200 Punkten, falls sie nicht schon in einer vorangehenden FINELTRA-Lagerung enthalten waren, angepasst werden. Eine Änderung bzw. Anpassung erfolgt immer unter der Voraussetzung, möglichst repräsentative Werte bezüglich der umliegenden bestehenden TP und PP zu finden. Die notwendigen Sicherheiten und Informationen sind aktuell im Datenverwaltungsprogramm TRIDAT enthalten. Dabei werden folgende Punktzustände unterschieden:

SG200prov. SG200K	provisorische Standortwahl Kennzeichnung revidiert Anpassung der LV03 Werte möglich
SG200	LV03 Werte definitiv

### Höhe:

Die Höhenlagerungspunkte werden ebenfalls im KVA mit Hilfe der frei gelagerten Unternehmernetze ausgewählt. Für die Auswahl werden zuerst die nivellierten Triangulationspunkte bezeichnet und beurteilt, anschliessend betrachten wir die Höhenzänge auf den SG200 Punkten. Bei grösseren Differenzen ( $v > \pm 6$  cm) und schlechter ursprünglicher Bestimmung führt das KVA eine Neubestimmung ab LN02 durch. In der Regel sind dies GPS-Messungen, ausnahmsweise bei sehr kurzen Strecken auch Nivellenments. Ziel der Höhenlagerung ist eine bestmögliche Integration in das Landesnivellement LN02 und die derzeit bestehenden Gebrauchshöhen im Siedlungsgebiet. Abschliessend erhält der Unternehmer vom KVA eine Tabelle mit den Höhenlagerungspunkten zur Durchführung der definitiven Berechnung in seiner Ausgleichungssoftware.

### 3.3.4 Massnahmen zur Vorbereitung der Daten der AV

Die 90 Gemeinden im Kanton St. Gallen werden gemäss ihrer Übernahme der Fixpunktnetze aufgeteilt. Wir unterscheiden A und B Gemeinden (vergleiche dazu Kapitel 4, Anhang 2)

In **A Gemeinden** erfolgt die Vorbereitung gemäss dem Schema im Anhang 1C.

Es zeigt die einzelnen Bearbeitungsschritte von Lagepunkten im Bezugsrahmen LV03 im Hinblick auf die Umstellung auf LV95. Die weiche Lagerung ist wegen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Gemäss Konzept SG200 werden die Eckpunkte des grünen Dreiecks aus der Gesamtmenge der ehemaligen Triangulationspunkte 3. und 4. Ordnung im Kanton St. Gallen ausgewählt. Die im Dreieck liegenden drei mit grünen Kreisen eingezeichneten TP sind zu den Eckpunkten nicht zwangsfrei. Ebenso sind in den Dreieckseiten Zwänge vorhanden (Kapitel 3.1.2 und 3.3.4).

Es gilt das frei gelagerte Netz des Unternehmers (rotes Dreieck, rote Punkte) in einen strengen Bezug zum Grünen Dreieck zu setzen.

In einer FINELTRA-Transformation (schwarzer Pfeil) mit den Transformationspasspunktwerten SG200 LV03 freies Netz weich gelagert - SG200 LV03 erhalten wir für die roten Punkte die Werte der schwarzen Punkte. Untereinander und zu den Eckpunkten sind sie homogen. Differenzen zwischen einer beliebig gemessenen Distanz zur berechneten sind in der Grössenordnung der Verzerrungshauptachsen der FINELTRA-Transformation (schwarz).

Beim Übergang in LV95 werden in einem letzten Transformationsschritt (FINELTRA blau dargestellt) die grünen Dreiecke mit den innenliegenden schwarzen Punkten und sämtlichen in der KE auf diese mittels einer Neuberechnung oder Interpolation bezogenen Lagepunkte entzerrt.

In rund 60 A Gemeinden sind keine zusätzliche Massnahmen 1) als Vorbereitung der Umstellung von LV03 auf LV95 notwendig. Die leicht verzerrten Fineltradreiecke (0 - 40ppm über

ganzen Kanton ausser im Walenseegebiet bis ca. 120ppm), dieselben wie bei der definitiven Lagerung verwendeten, werden bei ihrer Überführung nach LV95 endgültig entzerrt.

1) Mögliche Anpassungen gemäss Anhang 2, Kapitel 7.3 in Grenzabschnitten müssen noch berücksichtigt werden.

In **B Gemeinden**, wo eine Übernahme des LFP2-3-Netzes erfolgte muss mit gezielten Messungen von Testpunkten der Bezug zum Netz SG200 hergestellt werden. Gemäss der Tabelle im Anhang 4, ist das bei rund 30 Gemeinden der Fall.

- Falls bei diesen Testmessungen nur kleine Differenzen festgestellt werden, kann das Fixpunktnetz als grossräumig homogen auf SG200 betrachtet werden. Der Übergang nach LV95 erfolgt mit der definierten FINELTRA Dreiecksvermaschung gemäss dem vorangehenden Kapitel 3.3.1 wie für eine A Gemeinde.
- Sind die festgestellten Differenzen grösser, braucht es ein lokales Zwischenmodell. Dieses kann mit TRANSINT oder besser mit einem lokalen FINELTRA auf SG200 definiert werden. Bei den Umstellungsarbeiten nach LV95 ist dieser zusätzliche Berechnungsschritt z.B. für den aussenstehenden GIS-Betreiber nicht bemerkbar. Dieser Umstand bedingt aber, dass bis zu einem möglichen Umstellungstermin sämtliche Testmessungen und Definitionen der Zwischenmodelle abgeschlossen sind.

Für die Beurteilung der Differenzen der Testmessungen sind die Tabellen der TVAV (Informationsebenen Liegenschaften und Rohrleitungen) Art. 31 Abs. 1 und 2 massgebend. Es wird nur der einfache mittlere Fehler als Toleranzwert betrachtet. Damit soll die Homogenität gewährleistet werden.

Die Untersuchungsergebnisse und die teilweise notwendigen Zwischenmodelle werden im KVA gemeindeweise archiviert.

### **3.4 Lagerung neuer Fixpunktnetze (LFP3)**

Wie bereits im voranstehenden Kapitel 3.3.1 erwähnt, wird ab 1997 ausschliesslich auf SG200 gelagert.

*Definition: Ein AV93 Operat liegt immer innerhalb des Verbindungspolygons der aussenliegenden SG200 oder entsprechenden Punkten aus den Nachbarkantonen.*

Die notwendige Transformation der freien Netzberechnung der Unternehmer erfolgt im KVA. Nach einer weichen Lagerung mit TRANSINT wird die Transformation mit FINELTRA berechnet (Anhang 4).

Das Problem von möglichen Doppelkoordinaten bei Hoheitsgrenzpunkten ist bekannt. Das detaillierte Vorgehen ist im Anhang 2 aufgezeichnet.

#### **3.4.1 Messung und Auswertung der Netze**

##### **3.4.1.1 Im Bezugsrahmen LV03**

Die kombinierten LFP2-3 Netze werden vom entsprechenden KE-Unternehmer rekognosziert und gemessen. Meist sind dies reine GPS-Netze. Die Umrechnung der WGS84 Punktkoordinaten erfolgt mit dem Granitsatz. Allfällige klassische Ergänzungsmessungen werden in einer kombinierten Berechnung in der Ausgleichungssoftware des Unternehmers frei gelagert berechnet. Die definitive Lagerung in der Lage erfolgt im KVA gemäss dem Kapitel 3.4.

Mit der freien Netzberechnung des Unternehmers werden im KVA auch die Höhenlagerungspunkte festgelegt und in einer Exceltabelle zur definitiven Höhenberechnung beim Unternehmer festgehalten.

#### 3.4.1.2. Im Bezugsrahmen LV95

In Gemeinden wo bereits definitive LV95 Werte der SG200 bekannt sind, derzeit nördlicher Kantonsteil, kann für die GPS-Auswertung der strenge Übergang (WGS84 $\approx$ CHTRF95  $\rightarrow$  LV95) gewählt werden. Die eventuell mit klassischen Messelementen kombinierte Berechnung in der Ausgleichungssoftware erfolgt gelagert auf SG200 in LV95. Abschliessend wird im KVA mit der bisherigen Dreiecksvermaschung (wie in 3.4.1.1 verwendet) die FINELTA-Transformation berechnet, dann allerdings LV95  $\rightarrow$  LV03.

Dieser Weg muss spätestens nach der ersten Zerstörung von einzelnen SG200 Kennzeichnungen beschritten werden. Die heute vorgeschriebene Referenzierung aller umliegenden SG200 ist dann wegen der fehlenden Punkte nicht mehr möglich.

#### 3.4.2 Umgang mit Vermessungen unterschiedlicher Qualität

Grundsätzlich unterscheiden wir im Kanton St. Gallen zwischen Gemeinden wo ein LFP3-Netz grossräumig auf SG200 (A Gemeinden) gelagert vorhanden ist, und wo die Fixpunkte ohne Bezug zu SG200 (B Gemeinden) in die AV93 übernommen worden sind.

#### 3.4.3 Nachbarkantone

In Randzonen ist zwingend ein Übergang in ein entsprechendes Konzept des jeweiligen Nachbarkantons vorgesehen. Das Ziel die FINELTRA-Dreiecksvermaschung über die Kantongrenze hinweg zu definieren hat derzeit folgenden Arbeitsstand:

Appenzell A.Rh.	definitiv abgeschlossen
Appenzell I.Rh.	definitiv abgeschlossen
Glarus	erste Orientierung 1998
Graubünden	offen
Thurgau	bis auf ein Teilgebiet nördlich Muolen abgesprochen.
Schwyz	offen
Zürich	erste Orientierung 1997

Weil in der Regel in den angrenzenden Kantonen vollständige Konzepte fehlen, sind gegenseitige Absprachen sehr zeitaufwändig. Änderungen in der FINELTRA-Dreiecksvermaschung oder gar der LV03 Werte von TSP2 sind nicht zu vermeiden. Sie erhöhen den Arbeitsaufwand und reduzieren die erreichte Genauigkeit. Eine Koordination über eine entsprechende Bundesstelle ist unerlässlich. Ebenso ist es wünschbar, die derzeitige landesweite Dreiecksvermaschung entsprechend den Verfeinerungen in den Kantonen nachzutragen und im Internet für Berechnungen offen zu halten.

### 3.5 Nachführung und Unterhalt

#### 3.5.1 Zuständigkeiten

Das KVA ist für die Nachführung und den Unterhalt des LFP2 Netzes (SG200) zuständig. Für die Aktualisierung der Hochzielpunkte kann ein entsprechender Auftrag dem zuständigen Nachführungsgeometer erteilt werden.

## **3.5.2 Technisches Vorgehen in der Nachführung**

### **3.5.2.1 Punkte SG200**

Die laufende Nachführung erfolgt zeitlich betrachtet blockweise. Punktverlegungen und temporäre Rückversicherungen sind nicht mehr notwendig. Zerstörte SG200 werden mit denselben Vorgabekriterien wie bei ihrer Erstellung ersetzt. Die Bestimmung der neuen Werte erfolgt mit GPS-Messungen auf die umliegenden Nachbarkantenpunkte im Bezugsrahmen LV95. Mit einer FINELTRA-Transformation ergeben sich abschliessend die neuen LV03 Werte.

### **3.5.2.2 Hochzielpunkte**

Für die Neubestimmung von Hochzielpunkten ist massgebend, ob es sich um eine A, B oder C Gemeinde handelt (Kapitel 4, Anhang 2).

In einer A Gemeinde (Fixpunktnetz auf SG200 gelagert) können die umliegenden LFP3 für eine Neubestimmung verwendet werden.

In B und C Gemeinden muss die Einmessung über den zugehörigen Bodenpunkt und entsprechende Hilfspunkte erfolgen.

Eine Höhenbestimmung fällt weg.

### **3.5.3 Begehungen**

Die periodische Nachführung, die Punktbegehung der SG200, ist im Fünfjahresrhythmus vorgesehen. Die Aufarbeitung der dabei festgestellten Mängel ist im voranstehenden Kapitel 3.5.2.1 beschrieben.

### **3.5.4 Verwaltung**

TRIDAT:

Die Verwaltung der Punktprotokolle geschieht im Datenverwaltungsprogramm TRIDAT. Zerstörte SG200 aus der FINELTRA-Vermaschung verbleiben in der Datenbank. Nebst einem Eintrag in der Rubrik Nachführung (Feststellung der Zerstörung mit Datum), wird die Versicherungsart auf Punkt unversichert geändert.

FINELTRA:

Die definitiven LV03 und LV95 Werte der ursprünglichen SG200 und entsprechende Punkte aus den Nachbarkantonen werden redundant zu TRIDAT mit den Dreiecksdefinitionen im Passpunkt-Vermaschungsfile WORKSG.DAT von FINELTRA eingetragen. Gegenwärtig wird dieses File laufend erweitert. Nach dem Abschluss der definitiven Vermaschung über die Kantongrenze hinweg und dem Vorliegen der definitiven Werte sämtlicher Transformationspasspunkte ist eine Nachführung nicht mehr zulässig.

## 4 Konzept Höhenfixpunkte

### 4.1 Bestandesaufnahme

#### 4.1.1 Landesnivellement HFP1 (LN02)

Das Landesnivellement mit seinen rund 543 HFP1 im Kanton St.Gallen ist entlang der Hauptverkehrsachsen in Haupt- und Sekundärlinien angelegt.

Primärlinien:                   Bad Ragaz - Sargans  
                                       Sargans - Rorschach  
                                       Rorschach - Lütisburg - Rapperswil  
                                       Murg - Sargans

Sekundärlinien:               Lütisburg - Will - Oberbüren  
                                       Wattwil - Gams

Die Nachführung der Kennzeichnungen und Protokolle obliegt dem Bundesamt für Landestopographie. Das Kantonale Vermessungsamt leitet Meldungen über Schäden und Gefährdungen weiter.

#### 4.1.2 Kantonales Nivellement HFP2

Das Kantonale Nivellement umfasste 12 Linien mit 748 Punkten. Nur in der Anfangszeit, bis zirka 1935, erfolgte eine Nachführung, welche in den Originalakten vermerkt ist. Eine punktweise Dokumentation mit Lageskizze fehlt gänzlich. Im Originalverzeichnis ist lediglich ein verbaler Punktbescrieb, eine Übersicht der verwendeten Kennzeichnungen und eine Karte 1:250'000 enthalten.

Nr.	Bezeichnung	Anzahl HFP
1	Uznach - Kaltbrunn - Schänis, Kaltbrunn - Benken	46
2	Brunnadern - St. Peterzell - Hemberg - Kummenau, St. Peterzell - Schönggrund	76
3	Mogelsberg - Degersheim - Thal	64
4	Mels - Weisstannen	55
5	Bad Ragaz - Vättis	78
5a	Vättis - Kantonsgrenze SG/GR, Vättis - St. Martin	42
6	Weesen - Amden	26
7	Gossau - Arnegg - Niederbüren	50
8	Kronbühl - Häggenschwil, Muolen - Sitterdorf	115
9	Flawil - Uzwil - Wil	46
10	Au - Berneck, Heerbrugg - Berneck, Berneck - Reute	55
11	Altstätten - Eichberg - Oberriet	37
12	Murg - Murg-Seen	58

Mit einer Stichprobe erfolgte im Jahre 1987 eine Zustandsanalyse. In einer Punktbegehung der Linie 8 waren noch 20% der Kennzeichnungen auffindbar. Die restlichen Punkte waren zerstört.

Diese Feststellung ist auf die übrigen Linien in Agglomerationen übertragbar.

### 4.1.3 Gemeinde-Nivellement HFP3

In den nachfolgenden Gemeinden sind HFP3-Netze vorhanden und werden von den entsprechenden Bauämtern oder Nachführungsgeometern nachgeführt.

Gemeinde	Anzahl HFP		Nachführungsstelle
Altstätten	55	S	Bauamt Altstätten
Au	43	G	Geometer
Balgach	47	S	nicht geregelt
Buchs	24	S	nicht geregelt
Diepoldsau	35	G	Bauamt Diepoldsau
Gossau	146	S	Geometer
Grabs	11	S	nicht geregelt
Marbach	37	ohne Riet	nicht geregelt
Oberriet	110	S	nicht geregelt
Oberuzwil			
Rebstein	45	G	Geometer
Rorschach	111	G	Bauamt Rorschach
Rüthi	54	S	nicht geregelt
St. Gallen	808	G	Städt Vermessungsamt
Sevelen	9	Baugebiet	nicht geregelt
Uzwil	116	S	Geometer
Vilters-Wangs			
Wattwil	26	S	Geometer
Widnau	39	S	Geometer
Will	107	S	Geometer
Wittenbach	33	S	Geometer

In der obigen Tabelle bedeutet:

**S** Höhenfixpunkte im Siedlungsgebiet  
**G** Höhenfixpunkte über die ganze Gemeinde

Insgesamt gibt es im Kanton St. Gallen rund 1856 HFP3 Punkte mit sehr unterschiedlichem Nachführungsstand. Wie eine Bestandesaufnahme im Büro FKL in Grabs zeigte, ist die Herkunft nicht immer bekannt. Ebenso wurde festgestellt, dass in sieben von acht Gemeinden die Nachführung nicht geregelt ist.

## 4.2 Künftiger Bestand

### 4.2.1 HFP2-Netz

Im HFP2-Netz muss damit gerechnet werden, dass die übrigen Linien ebenso stark verfallen sind wie die Stichprobe der Linie 8. Sämtliche Punkte des bestehenden HFP2-Netzes sind zu löschen. Für weite Teile des Kantons fehlen somit in Zukunft Höhenfixpunkte als Anschlusspunkte in akzeptablen Entfernungen.

Es ist noch zu prüfen, ob gegebenenfalls das Lagenfixpunktnetz SG200 teilweise auch die Funktion eines Höhenfixpunktnetzes übernehmen könnte. Wie erste Resultate der Auswertung von SG200 in LV95 zeigen, sind Höhenangaben mit einer Genauigkeit von  $\pm 10$  mm im Mittelland möglich. In den Alpengebieten dürfte sich dieser Wert erhöhen.

#### **4.2.2 HFP3-Netze**

Sämtliche HFP3-Netze müssen analysiert werden. Netze mit unklarer Herkunft und nicht geregelter Nachführung sind zu revidieren oder zu löschen.

## **5 Massnahmenkatalog**

### **5.1 Neuerstellung/Anpassung von FP**

Das detaillierte Vorgehen für LFP2 ist im voranstehenden Kapitel 3.2 aufgezeichnet. Für LFP3 ist die kantonale Weisung zur Bearbeitung von Lagefixpunkten der Kategorie 3 massgebend. Das Vorgehen für die Neuerstellung von HFP2/3 ist derzeit noch offen.

### **5.2 Umklassierung/Löschung von FP**

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf LFP2. Für LFP3 ist die nachfolgend aufgeführte Weisung massgebend.

Die Zuständigkeit für die Umklassierung von ehemaligen Triangulationspunkten 3. und 4. Ordnung in LFP3 liegt beim KVA. Die Behandlung dieser Punkte richtet sich nach der Art der Überführung des bestehenden Fixpunktnetzes. Das detaillierte Vorgehen ist in der Weisung zur Bearbeitung von Lagefixpunkten der Kategorie 3 (LFP3), vom 4. Juni 1998, siehe Handbuch über die amtliche Vermessung des Kantons St. Gallen, enthalten.

Das Vorgehen erfolgt gemeindeweise in der Datenbank TRIDAT. Der Kanton St. Gallen hat für diesen Zweck das Umklassierungsmodul bei der Firma GEOCOM in Burgdorf entwickelt. Die Idee dahinter ist folgende: Jeder umklassierte Punkt wechselt die Tabelle von LFP1-2 nach LFP3. Gleichzeitig werden vom Unternehmer ausgeführte Arbeiten an den Kennzeichnungen und der Skizze festgehalten. Die Lage- und Höhenwerte aus der FINELTRA-Lagerung und aus der definitiven Höhenberechnung werden übernommen. Schliesslich wird die Punktnummer angepasst. Die ursprüngliche Punktnummer bleibt an einer anderen Stelle im Protokoll erhalten. Mit der Zeit entsteht eine vollständige Datenbank mit sämtlichen in der AV als LFP3 weiterverwendeten ehemaligen Triangulationspunkten 3. und 4. Ordnung. Es zeigt sich schon heute der Nutzen bei angrenzenden Nachfolgeoperaten, indem in der Datenbank vorhandene Punkte wiederverwendet werden können.

- Zerstörte Punkte werden nicht umklassiert, sondern in der Tabelle LFP1-2 gelöscht.
- Die Lagewerte der Hochzielpunkte sind wo nötig neu einzumessen (vergleiche Kapitel 3.5.2.2), oder werden gemäss ihren zugehörigen Bodenpunkten mit TRANSINT im KVA interpoliert.

### **5.3 Richtlinien für Arbeiten im LFP3/HFP3-Bereich**

Der Kanton St. Gallen hat für die Bearbeitung der LFP3-Netze die Weisung zur Bearbeitung von Lagefixpunkten der Kategorie 3 (LFP3) am 4. Juni 1998 erlassen. Ein entsprechender Teil für den HFP3 Bereich fehlt zur Zeit ganz.

## 6 Realisierungsplan

Gemäss dem Vermessungsprogramm "Realisierung Amtliche Vermessung im Kanton SG" werden zonenweise die provisorisch ausgewählten Standorte in einen definitiven Zustand überführt.

Die Realisierung der SG200 Punkte erfolgt in drei Stufen:

1. Revision der Kennzeichnung (Bolzen oder Tafel mit Beschriftung SG200)
2. Bestimmung der LV03 Werte (Punktverlegung, Beziehungsmessung, Neuberechnung über LFP3-Netz)
3. Bestimmung der LV95 Werte

Die Arbeiten für die Realisierung setzten im Frühjahr 1997 ein. Bis zum Jahresende 2001 sind sie abgeschlossen.

## 7 Finanzierung

Für die Erstellung des Grundlagentetzes SG200 ( LFP2 alle drei Stufen gem. Kap. 6 ) wird mit Fr. 650'000.-- gerechnet. Die Details sind im Anhang 3 enthalten. In diesen Kosten sind die Aufwendungen für die Neuerstellung des HFP2-Netzes noch nicht enthalten.

Die Erneuerung des LFP2 und eventuell des HFP2 Netzes in Kanton St. Gallen hat im Sinne von Art. 37 ff. TVAV einen Anspruch auf einen Bundesbeitrag.

Seit dem Jahr 1997 wird im KVA ausschliesslich am Aufbau des neuen Grundlagentetzes gearbeitet. Die Nachführungsarbeiten an Punkten der bisherigen Triangulation 4. Ordnung sind eingestellt. Die letzte mit vom Bundesamt für Landestopographie verifizierte Jahresabrechnung stammt aus dem Jahr 1996.

Es wird vorgeschlagen die Arbeiten am neuen LFP2-Netz SG200 in vier Etappen, in den Jahren 2000 bis 2003 den entsprechenden Bundesstellen zur Verifikation bzw. Abrechnung einzureichen.

Die inhaltliche Gliederung könnte folgendermassen aussehen:

- |                  |  |
|------------------|--|
| <b>1. Etappe</b> | Kennzeichnungen und LV03 Werte von 60 SG200 Punkten.         |
| <b>2. Etappe</b> | Kennzeichnungen und LV03 Werte der restlichen SG200 Punkten. |
| <b>3. Etappe</b> | LV95 Werte des SG200 Netzes.                                 |
| <b>4. Etappe</b> | HFP2 Netz (ev. mit SG200 identisch)                          |

## 8 Genehmigung des Konzeptes

Verfasst: St. Gallen, den 31. Mai 2000  
Vermessungsamt des Kantons St. Gallen  
der Projektleiter SG200

---

R. Scherrer

Genehmigt: St. Gallen, den 15. November 2000  
Vermessungsamt des Kantons St. Gallen  
Leiter Vermessung

---

F. Widmer

Genehmigt: Bern, den 17. Januar 2001

Eidgenössische Vermessungsdirektion: sig. Ph. Ehrenberg  
Bundesamt für Landestopographie: sig. Th. Signer

(vorbehältlich der im Brief vom 17. Januar 2001 erwähnten Problemkreise)