



Amtliche Vermessung
Schweiz

Kanton St.Gallen
Baudepartement

Amt für Raumentwicklung und Geoinformation



Fixpunktkonzept des Kantons St. Gallen

Version 1.0 vom 20.08.2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Zweck.....	3
3	Grundlagen.....	3
4	Ausgangslage.....	3
4.1	Triangulation und Höhenbezug.....	3
4.2	Amtliche Vermessung.....	3
4.3	Neue Fixpunktstrategie des Bundes.....	4
5	Zukünftiger Zustand.....	5
6	Umsetzung und Unterhalt.....	6
6.1	Laufende Nachführung.....	6
6.2	PNF FP2.....	7
6.3	PNF FP3.....	7
6.4	Lokale Fixpunkterneuerungsprojekte.....	7
6.4.1	Setzungsgebiete.....	7
6.4.2	Spannungsbehaftete Gebiete.....	8
7	Finanzierung.....	8
8	Genehmigung.....	8

1 Einleitung

Ab 2016 wird die amtliche Vermessung (AV), zusammen mit zahlreichen anderen Geodatensätzen, in der ganzen Schweiz in LV95 verwaltet. Die Möglichkeit Daten im alten Bezugsrahmen LV03 abzugeben wird durch FINELTRA/CHENyx06 langfristig sichergestellt. Dadurch ändern sich die Bedürfnisse an die Fixpunkte. Diese Veränderungen wirken sich auf den Unterhalt von Fixpunkten aus.

2 Zweck

Das kantonale Fixpunkt-konzept konkretisiert die Fixpunktstrategie für die amtliche Vermessung (AV) des Bundes vom 01.04.2015 (Stand am 16.03.2015) und formuliert die Massnahmen des Kantons.

3 Grundlagen

Das Rückgrat für sämtliche Fixpunkte der amtlichen Vermessung bilden die vom Bundesamt für Landestopografie swisstopo bereitgestellten AGNES-Stationen, LFP1 (insbesondere LV95-Haupt- und Verdichtungspunkte) und HFP1. Ihr Unterhalt ist im Nachführungskonzept für die geodätische Landesvermessung festgelegt.¹

Die rechtlichen Grundlagen auf Stufe Bund sind in der Fixpunktstrategie für die amtliche Vermessung, Kapitel 3, aufgeführt.

Auf kantonaler Stufe sind folgende Grundlagen² massgebend:

- Gesetz vom 26. November 1995 über die amtliche Vermessung, sGS_914.7
- Verordnung vom 15. Januar 1996 zum Gesetz über die amtliche Vermessung, sGS_914.71
- Weisung vom 24. Oktober 2005 zum Datenmodell 2001 (DM.01-AV-SG) der amtlichen Vermessung
- Weisung vom 4. Juni 1998 zur Bearbeitung von Lagefixpunkten der Kategorie 3 (LFP3)
- Weisung vom 15. August 2007 über den GNSS-Einsatz in der amtlichen Vermessung
- Konzept Lokale Entzerrungen über LFP3 vom 21. November 2001

Noch ausstehend ist das kantonale Geoinformationsgesetz. Es soll auf den 01.01.2019 in Kraft treten. Auf diesen Zeitpunkt hin wird das eigenständige Gesetz über die amtliche Vermessung aufgehoben und dort integriert, sowie die Verordnung entsprechend angepasst.

In einzelnen Weisungen wird es infolge dieses Fixpunkt-konzeptes zu kleinen Anpassungen kommen.

4 Ausgangslage

4.1 Triangulation und Höhenbezug

Die Triangulation 4. Ordnung im Kanton St. Gallen entstand in den Jahren 1915 bis 1935. Bei den geodätischen Grundlagen arbeitete der Kanton St. Gallen stets eng mit den beiden Appenzeller Kantonen zusammen.

Mit dem Projekt "SG200", welches von 1998 bis 2000 erarbeitet wurde, konnte die Dichte der LFP2 gemäss den Vorgaben der TVAV von ca. 4000 auf 180 Punkte reduziert werden. Sämtliche SG200-Punkte waren auch Transformationsstützpunkte der Dreiecksvermaschung CHenyx06. Im Kanton St. Gallen werden 272 Hochzielpunkte als LFP2 geführt.

In etwa zwei Dritteln der 77 Gemeinden im Kanton St. Gallen gibt es HFP1-Linien. HFP2-Linien existieren im Kanton St. Gallen keine mehr, es werden lediglich von HFP2-Linien des Kantons Zürich 10 Punkte in der amtlichen Vermessung verwaltet, welche sich im Kanton St. Gallen befinden.

4.2 Amtliche Vermessung

Seit dem Abschluss des SG200-Projektes wurden die Fixpunktnetze aller Gemeinden ausschliesslich auf die SG200-Punkte gelagert. Ältere Operate wurden mit lokalen Entzerrungen in den grossräumi-

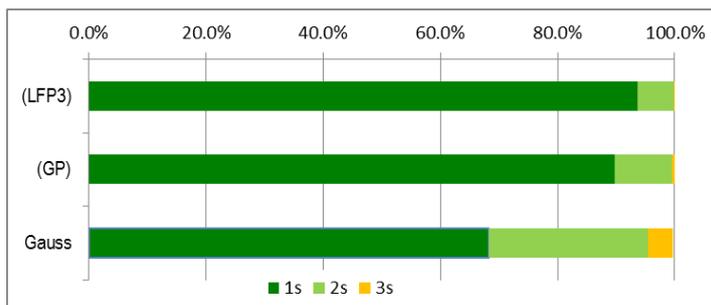
¹ swisstopo Report 09-14 (www.swisstopo.ch > Dokumentation > Publikationen > Vermessung/Geodäsie > swisstopo Report)

² https://www.geoinformation.sg.ch/home/vermessung1/amtliche_vermessung/handbuch_der_av.html

gen Bezug gebracht. Dabei wurde die Punktdichte möglichst an die Werte in Art. 49 der TVAV angepasst. Seit Ende 2011 liegt die amtliche Vermessung im Kanton St. Gallen flächendeckend im AV93-Standard vor. Die letzte lokale Entzerrung konnte im Jahr 2015 abgeschlossen werden.

Während der Aufarbeitung auf AV93 und auch bei den lokalen Entzerrungen hat die kantonale Vermessungsaufsicht (KVA) in sämtlichen Gemeinden Kontrollpunktmessungen hauptsächlich im Baugebiet und in grösseren Weilern (Total 2'037 LFP3 und 16'858 Grenzpunkte) durchgeführt.

Hier eine Übersicht über die gemessenen Punkte, aufgeteilt nach Punktarten. "Gauss" bezeichnet diejenigen Werte, welche zur Erfüllung der Normalverteilung nötig sind; s = Sigma = Standardabweichung (einfacher mittlerer Fehler), vgl. Tabelle Punktgenauigkeiten in Kapitel 6.1.



Mit Ausnahme von einigen Gebieten mit dauernder Bodenverschiebung oder Kriechgebieten (Total 46 Gebiete in 18 Gemeinden, 4 davon werden/wurden als Gebiet mit dauernden Bodenverschiebungen gem. Art. Art. 660a ZGB ausgeschieden und im Grundbuch angemerkt, die restlichen werden als Kriechgebiete bezeichnet) wurde der ganze Kanton St. Gallen als spannungsarm ausgeschieden.

Bei der Oberaufsichtsverifikation in der Gemeinde Oberriet (2015/16) ergaben sich an der Grenze zu Appenzell-Innerrhoden einige grosse Differenzen, welche durch eine anschliessende Grenzbegehung bestätigt wurden. Dadurch wurde die Frage der Spannungsarmut neu aufgeworfen. Erfahrungen haben gezeigt, dass solche Spannungen lokal begrenzt und oft auch inhomogen (Ausreisser liegen unmittelbar neben passenden Punkten) sind. Deshalb müssen sie als lokale Nester behandelt werden (siehe Kap. 6.4.2). Die grossflächige Spannungsarmut über den ganzen Kanton wird beibehalten.

Der Bezugsrahmenwechsel LV03 → LV95 wurde im Jahr 2016 abgeschlossen.

4.3 Neue Fixpunktstrategie des Bundes

Wie erwähnt hat der Bund am 01.04.2015 die neue Fixpunktstrategie für die amtliche Vermessung (AV) publiziert. Die grössten Auswirkungen haben die folgenden konzeptionellen Grundsätze:

- In den Bauzonen und überbauten Gebieten³ werden Lagefixpunkte (LFP1, LFP2 und LFP3) aktiv unterhalten.
- Ausserhalb der Bauzonen und überbauten Gebiete werden nur jene materialisierten LFP2 aktiv unterhalten, welche als Transformationsstützpunkte im CHENyx06-Datensatz enthalten sind oder einen bezüglich Dichte und Qualität vergleichbaren Status aufweisen.
- In Gebieten ohne GNSS-Empfang (z.B. Strassenschluchten, enge Geländeeinschnitte, Wald, Gebirge) ist die Fixpunktdichte so zu wählen, dass die laufende Nachführung mit vertretbarem Aufwand gewährleistet werden kann.
- Eine systematische PNF für LFP3 ausserhalb von Bauzonen und überbauten Gebieten wird nicht betrieben.
- Von diesen Grundsätzen ausgenommen sind spannungsbehaftete Gebiete.

³ Entspricht dem Baugebiet im arrondierten Sinne, da für die Nachführung im Baugebiet oft auch Fixpunkte von ausserhalb des Baugebiets benötigt werden

5 Zukünftiger Zustand

In der Fixpunktstrategie wird künftig nach Fixpunkten der Landesvermessung (FP-LV = heutige LFP1) und Fixpunkten der amtlichen Vermessung (FP-AV = heutige LFP2 und LFP3) unterschieden. Im Moment verwenden wir hier weiterhin die Bezeichnung LFP1 – 3, da die Zuständigkeiten unverändert sind: der Bund ist für die LFP1, der Kanton für die LFP2 und die Gemeinde für die LFP3 zuständig.

Die Punktdichte der LFP2 wurde mit dem SG200-Projekt drastisch reduziert und beträgt ungefähr 0.1 Punkt pro Quadratkilometer. Sie wird in Zukunft nicht verändert.

Die Dichte der LFP3 im Kanton St. Gallen entspricht grundsätzlich den Werten gemäss Art. 49 TVAV. In den Katastererneuerungen gab es teilweise begründete Abweichungen von den Dichtewerten und auch in der Nachführung sind zusätzliche Punkte dazugekommen. So variiert die LFP3-Dichte im Baugebiet zwischen Werten von 0.52 und 1.65 (im Vergleich zum Wert 0.7 Punkte / ha gemäss TVAV). Die Punktdichte ist auf die Wahrscheinlichkeit von Nachführungsarbeiten auszurichten. Erfahrungen haben gezeigt, dass für die Nachführung im Baugebiet oft eine höhere Dichte nötig ist, weshalb wir den Wert aus der TVAV auf das Doppelte, also maximal 1.4 Punkte / ha erhöhen.

In spannungsarmen Gebieten werden LFP3 ausserhalb des Baugebietes nur passiv unterhalten. Das bedeutet, dass sie erst dann gelöscht werden, wenn ihr Fehlen im Feld bemerkt wird. Einzelne fehlende Punkte können bei ausgewiesenem Bedarf in Absprache mit der KVA ersetzt werden. So wird die Punktdichte langsam immer mehr reduziert.

In spannungsbehafteten Gebieten oder Gebieten mit erheblichen Setzungen kann die bisherige Punktdichte in Absprache mit der KVA auch ausserhalb des Baugebietes aufrechterhalten werden, wenn die Nachführung dies erfordert. Dort muss nach wie vor lokal eingepasst gearbeitet werden.

LFP3 auf Gemeindegrenzen sind wenn möglich zu löschen. In Ausnahmefällen können sie in Absprache mit der KVA beibehalten werden und müssen dann in beiden Gemeinden als LFP3 geführt werden. Ausserkantonale LFP3, welche im Kanton St. Gallen nicht benötigt werden, werden nicht als LFP3 geführt. Dadurch verursachte Warnungen im Gemeindegrenztest können ignoriert werden. Im Hinblick auf das künftige flexible Datenmodell der AV (DM.flex) ist die Tabelle Hilfsfixpunkte bereits jetzt als eine reine Geometerebene zu betrachten und nicht mehr zu exportieren.

Im Kanton St. Gallen sind etwa zwei Drittel aller Gemeinden durch HFP1-Linien des Bundes erschlossen. HFP2-Linien existieren im Kanton St. Gallen keine mehr und es werden auch keine neuen erstellt.

In der Nachführung sind die LFP3 in allen Gemeinden mindestens im Baugebiet mit Höhen zu bestimmen. Es macht nur wenig Sinn, separate HFP3-Netze weiterhin zu unterhalten, da LFP3-Netze mit qualitativ guter Höhenbestimmung den Bedürfnissen der meisten Nutzer genügen und der Unterhalt von nur einem Fixpunktnetz wesentlich günstiger kommt als von zwei separaten Netzen. Für Präzisionsmessungen werden ohnehin lokale Netze erstellt. Spätestens bis zum Start der nächsten periodischen Nachführung (PNF) der FP3 ist bei allen bestehenden HFP3-Netzen⁴ ein aktiver Beschluss der Gemeinde zuhanden der KVA notwendig, wenn sie erhalten bleiben und unterhalten werden sollen; ansonsten werden sie nicht mehr aktiv unterhalten. Wie in diesem Fall das LFP3-Netz mit Höhen erneuert werden kann, ist in Zusammenarbeit mit der KVA zu erörtern.

Da die Hochzielpunkte für die Nachführung immer noch benötigt werden, werden sie weiterhin als LFP2 durch den Kanton verwaltet und sind mit Protokoll und Foto im Fixpunktdata-service enthalten.

⁴ In folgenden Gemeinden existieren noch HFP3 (teilweise nur vereinzelte): Altstätten, Au, Buchs, Diepoldsau, Flums, Gossau, Grabs, Marbach, Mels, Nesslau, Pfäfers, Rebstein, Rorschach, Rorschacherberg, Rüthi, Sargans, Sennwald, Sevelen, St. Gallen, Uzwil, Vilters-Wangs, Wattwil, Widnau, Wil, Wildhaus-Alt St. Johann, Wittenbach

6 Umsetzung und Unterhalt

6.1 Laufende Nachführung

LFP2 und LFP3 im Baugebiet unterliegen der laufenden Nachführung. Für die LFP2 ist die KVA, für die LFP3 der Nachführungsgeometer im Auftrag der Gemeinde zuständig.

Zerstörte LFP2 sind möglichst nahe am alten Ort mit denselben Vorgaben wie bei der Erstellung (Anfahrt, GNSS-Sichtbarkeit) zu ersetzen.

Bei zerstörten oder beschädigten LFP3 im Baugebiet ist zu überprüfen, ob sie noch benötigt werden, nur dann sind allfällige Schäden zu beheben oder Punkte zu ersetzen.

Ausserhalb des Baugebietes werden Punkte grundsätzlich nicht ersetzt. Ein Ersatz darf bei ausgewiesenem Bedarf nur in Absprache mit der KVA erfolgen. In der Nachführungstätigkeit festgestellte fehlende Punkte sind zu löschen.

Bei der LFP3-Nachführung können in spannungsarmen Gebieten direkt grossräumige Punktwerte (Lage und Höhe) in LV95 bestimmt werden, solange die Abweichungen der Kontrollpunkte $< 1\sigma$ sind. Es ist mit einer weichen Lagerung auf benachbarte Punkte der Nachweis zu erbringen, dass auf eine lokale Einpassung verzichtet werden kann.

Falls bei der laufenden Nachführung im Baugebiet Differenzen in Lage und/oder Höhe festgestellt werden, welche über dem einfachen mittleren Fehler gemäss untenstehender Tabelle liegen, muss lokal eingepasst werden. Solche Gebiete sind der KVA mit dem Nachführungsbericht zu melden, damit sie mit der nächsten PNF genauer abgegrenzt werden können. Sie sind als spannungsbehaftet auszuscheiden und mit lokalen Fixpunkterneuerungsprojekten (s. Kap. 6.4) aufzuarbeiten.

Werte gemäss Bundesweisung "Amtliche Vermessung - Punktgenauigkeiten"⁵:

Punktkategorie	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
LFP2	*	4	4	10	10
LFP3	*	4	4	10	10
Grenzpunkt, exakt definiert	*	5	7	15	35
Grenzpunkt, nicht exakt definiert	*	20	35	75	150
Detailpunkt, exakt definiert	*	10	20	50	100
Detailpunkt, nicht exakt definiert	Gemäss Artikel 29 Absatz 2 TVAV				

* gemäss kantonalen Vorschriften, mindestens aber wie TS2

Tabelle: maximale Standardabweichungen (1σ) in Zentimetern für die Lage

Punktkategorie	TS1	TS2	TS3	TS4	TS5
LFP2	*	6	6	15	15
LFP3 **	*	6	6	15	15
HFP2 (nivelliert)	*	0.5	0.5	-	-
HFP2 (GNSS ²)	*	4	4	5	-
HFP3	*	0.5	-	-	-

* gemäss kantonalen Vorschriften, mindestens aber wie TS2

** sofern keine HFP3 vorhanden sind

Tabelle: maximale Standardabweichungen (1σ) in Zentimetern für die Höhe

⁵ <https://www.cadastre.ch/content/cadastre-internet/de/manual-av/publication/instruction.detail.document.html/cadastre-internet/de/documents/av-weisungen/Weisung-Punktgenauigkeit-de.pdf.html>

Bei grösseren Spannungen ist allenfalls eine Ausscheidung als Gebiet mit dauernder Bodenverschiebung zu prüfen. Die Richtwerte für die Ausscheidung von Rutschgebieten betragen in der TS2 1 cm, in der TS3 2 cm und in der TS4 5 cm pro Jahr (Werte aus den Empfehlungen der KKVA)⁶.

6.2 PNF FP2

Der Kanton ist zuständig für die Nachführung der LFP2. Die SG200-Punkte sind im 12-Jahres-Rhythmus zu begehen und neu zu messen. Die letzte Begehung fand in den Jahren 2006 – 2014 statt (mit einfacher Kontrollmessung, ohne Neubestimmung), die nächste wird ab dem Jahr 2024 durchgeführt. Bei jeder zweiten periodischen Begehung ist eine Neubestimmung durchzuführen, welche die gleichen Anforderungen wie die Erstbestimmung zu erfüllen hat.

Die PNF der LFP2 umfasst auch die Hochzielpunkte. Für eine Neubestimmung der Hochzielpunkte kann ein entsprechender Auftrag dem zuständigen Nachführungsgeometer erteilt werden. Es können die umliegenden LFP3 für eine Neubestimmung verwendet werden. Sie werden aber weiterhin als LFP2 verwaltet.

6.3 PNF FP3

Anstelle einer flächendeckenden PNF FP3 werden im Kanton St. Gallen alle 12 Jahre stichprobeweise Begehungen von LFP3 im Baugebiet⁷ und spannungsbehafteten Gebieten durchgeführt, wobei der Nachführungsgeometer die Stichprobe selbst festlegt. Dieses Vorgehen ermöglicht das Erkennen und Abgrenzen allfälliger Problemgebiete.

Die erste Begehung wird in den Jahren 2018-19 stattfinden und hat neben einer Zustandskontrolle das Ziel, bereits bekannte oder vermutete Setzungsgebiete oder spannungsbehaftete Gebiete (Rutschgebiete oder lokale Nester) zu lokalisieren und den Aufwand für Fixpunkterneuerungsprojekte (vgl. Kap. 6.4) abzuschätzen.

Folgende Arbeiten sind durchzuführen:

- Ausscheidung einer sinnvollen Auswahl an Punkten, Umfang ca. 30 % der LFP3 im Baugebiet und in den spannungsbehafteten Gebieten. Etwa die Hälfte der Punkte soll für eine gleichmässige Verteilung über das Baugebiet, die andere Hälfte kann für die Verdichtung zum Erkennen und Abgrenzen von Fixpunkterneuerungsgebieten eingesetzt werden
- Punktbegehung mit einfacher GNSS-Kontrollmessung
- Erstellen eines Begehungsprotokolls über den Vermarkungszustand mit einer Empfehlung über notwendige Massnahmen
- Auswertung der Messungen mit Beurteilung, ob es sich um ein lokales Fixpunkterneuerungsgebiet handelt und dadurch ein Folgeprojekt mit Kostenschätzung beantragt wird

6.4 Lokale Fixpunkterneuerungsprojekte

Aufgrund der Resultate der Begehung und der Erfahrungen der Nachführungsgeometer werden lokale Fixpunkterneuerungsprojekte definiert. Der Nachführungsgeometer reicht zuhanden der KVA eine Offerte ein. Solche Projekte umfassen insbesondere Setzungsgebiete (Höhen) und spannungsbehaftete Gebiete (Lage). Soweit wirtschaftlich zweckmässig, können Fixpunkterneuerungsprojekte auch auf Gebiete ausserhalb des Baugebietes ausgeweitet werden.

Setzungsgebiete sind bei der Projektplanung zu priorisieren.

6.4.1 Setzungsgebiete

Bei Setzungsgebieten handelt es sich um Gebiete, in denen erhebliche Höhendifferenzen bei LFP3 auftreten.

⁶ <https://www.cadastre.ch/content/cadastre-internet/de/manual-av/publication/publication.download/cadastre-internet/de/documents/av-empfehlungen/Empfehlung-Bodenverschiebung-de.pdf>

⁷ Baugebiet im arrondierten Sinne, da auch Fixpunkte von ausserhalb des Baugebietes für die Nachführung im Baugebiet benötigt werden

Folgende Arbeiten sind zu offerieren:

1. Abgrenzung Perimeter und Beschreibung der Problematik
2. Verdichtung der Punktmessungen im Perimeter
3. Zweitmessung aller gemessenen Punkte im Perimeter
4. Auswertung (Netzausgleich, Vektorplan)
5. Definition Lösungsansätze und weiteres Vorgehen
6. Durchführung von Lösungsmassnahmen (z.B. Höhenshift gesamthaft, unterschiedliche Höhenshifts in einzelnen Teilen, Interpolation, etc.). Dabei ist nur die Ebene Fixpunkte betroffen.

6.4.2 Spannungsbehaftete Gebiete

Spannungsbehaftete Gebiete sind Gebiete, in denen erhebliche Lagedifferenzen bei LFP3 und umliegenden Grenzpunkten auftreten.

In spannungsbehafteten Gebieten werden die Arbeitsschritte 1 bis 5 wie bei den Setzungsgebieten durchgeführt. Anschliessend ist in Absprache mit der KVA zu entscheiden, ob diese Gebiete nach der einmaligen Aufarbeitung als spannungsarm taxiert werden können.

Wenn ja, sind in einem weiteren Schritt die geplanten Lösungsmassnahmen für die Bereinigung des lokalen Nests durchzuführen (z.B. Transformation, Interpolation über den ganzen AV-Datensatz im Perimeter und gegebenenfalls Initiierung von Anpassungen bei weiteren kommunalen, parzellenscharfen Geodaten). Diese sollen mitofferiert werden.

Wenn nein, handelt es sich offenbar um Gebiete mit Bodenverschiebungen. In diesen Gebieten sind die Lösungsmassnahmen gemäss Punkt 6 nicht durchzuführen. Stattdessen sind die Bodenverschiebungen bis zur folgenden PNF FP3 genau zu beobachten und zu dokumentieren (Art, Ausmass, Auswirkungen). Für eine künftige Aufarbeitung solcher Gebiete sind durch Bund und Kanton Lösungsansätze zu erarbeiten und Rahmenbedingungen zu formulieren (Zweckmässigkeit, Periodizität, Finanzierung).

7 Finanzierung

Die Bundesabgeltung ist abschliessend in der Weisung "Amtliche Vermessung: Bundesabgeltungen"⁸ vom 19. August 2013 geregelt.

Die Finanzierung der PNF FP3 (Kap. 6.3) erfolgt mit PNF-Ansätzen: Bund 60 %, Kanton 29 %, Gemeinden 11 %.

Lokale Fixpunkterneuerungsprojekte gemäss Kapitel 6.4 werden mit Erneuerungsansätzen finanziert: Bund 15 bis 20 %, Kanton 28 bis 31 %, Gemeinden 49 bis 57 % (abhängig von den Anteilen in den Beitragszonen I und II).

8 Genehmigung

Das vorliegende Konzept wird dem Bundesamt für Landestopografie swisstopo im August 2018 zur Genehmigung vorgelegt. Es tritt am 1. September 2018 in Kraft.

⁸ <https://www.cadastre.ch/de/manual-av/publication/instruction.detail.document.html/cadastre-internet/de/documents/av-weisungen/Weisung-Bundesabgeltung-de.pdf.html>