



**Vorschriften der amtlichen Vermessung  
im Kanton Graubünden  
(Vorschriften AVGR)**

**AVGR 100.111  
Weisung  
Spannungsfreie Vermessung Graubünden  
(Weisung SpaFreiGR)**

Version: 2.1  
9. Mai 2025

## Inhaltsverzeichnis

<b>Änderungshistorie .....</b>	ii
<b>1 Einleitung .....</b>	1
1.1 Abkürzungen und Begriffe .....	2
1.2 Rechtsgrundlagen und Dokumente .....	2
<b>2 Ausgangslage .....</b>	2
2.1 Gebietsdefinitionen.....	3
2.1.1 Spannungsarmes Gebiet.....	3
2.1.2 Spannungsbehaftetes Gebiet .....	3
2.1.3 Gebiet mit dauernder Bodenverschiebung .....	3
2.2 Schematische Darstellung der drei Gebiete .....	4
<b>3 Zielsetzung .....</b>	4
<b>4 Projektbeschrieb Etappe 1 (Los A) .....</b>	5
4.1 Vorarbeiten .....	5
4.2 Überarbeitung TS-Einteilung .....	5
4.2.1 Zwischenverifikation neue TS Einteilung .....	5
4.2.2 Übernahme neue TS in AV.....	5
4.3 Überprüfung der lokalen Widersprüche in der TS1–3 .....	6
4.3.1 Punktdichte .....	6
4.3.2 Auswahl der zu messenden Punkte .....	6
4.3.3 Zwischenverifikation der zu messenden Punkte .....	7
4.3.4 Messung .....	7
4.3.5 Auswertung .....	8
4.3.6 Verifikation .....	9
4.3.7 Abschluss Etappe 1.....	9
<b>5 Projektbeschrieb Etappe 2 (Los B) .....</b>	9
5.1 Vorbereitung.....	9
5.2 Messung und Auswertung .....	10
5.2.1 Messung .....	10
5.2.2 Auswertung .....	11
5.2.3 Zwischenverifikation Messung und Auswertung .....	11
5.3 Entzerrungsarbeiten.....	12
5.3.1 Transformationsvorschlag (Zwischenverifikation) .....	12
5.3.2 Durchführung der Transformation.....	13
5.4 Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen.....	14
5.5 Schlussverifikation.....	14
5.6 Abschluss Etappe 2.....	14
<b>Anhänge.....</b>	15
<b>A.1 Ablauf Überarbeitung Toleranzstufe .....</b>	15
<b>A.2 Schematischer Ablauf Etappe 1 .....</b>	16
<b>A.3 Schematischer Ablauf Etappe 2 .....</b>	17

## Änderungshistorie

Ver-sion	Datum	Änderungen	SB
1.0	20.04.2020	Konzept für lokale Entzerrungen der Daten der amtlichen Vermessung (AVGR 200.111)	mk
2.0	24.03.2025	Konzept AVGR 200.111 aufgehoben und ersetzt durch Weisung SpaFreiGR (AVGR 100.111) Generelle Überarbeitung	Fi/mk
2.1	09.05.2025	Sprachliche Präzisierungen in Kap. 4 und 5	mdi

## 1 Einleitung

Im Jahr 2016 wurde für die Daten der amtlichen Vermessung (AV) der über 100-jährige Bezugsrahmen LV03 schweizweit durch den spannungsarmen Bezugsrahmen LV95 abgelöst. Mit dem Bezugsrahmenwechsel mittels finiter Elemente-Transformation (Fineltra) konnten nur die aus der Triangulation 1.-4. Ordnung (LFP1+2) bekannten Spannungen mitentzerrt werden. Die Daten der AV können immer noch lokal grössere oder kleinere Widersprüche in der geometrischen Qualität und Homogenität aufweisen, welche mit Entzerrungsarbeiten eliminiert werden können (vgl. Abb. 1).

Die Ursachen für lokale Widersprüche sind vielfältig:

- die etappierte Entstehung der AV;
- geometrisch ungünstige Konstellationen in den Dreiecken der alten Triangulation;
- systematische oder unentdeckte grobe Fehler;
- allfällige Nachführungsmängel;
- lokal begrenzte Geländeverschiebungen;

Vor allem bei älteren Vermessungen stellt man mit der heute verwendeten GNSS-Messtechnologie die begrenzte Genauigkeit der damaligen Messmethoden fest. Um die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der GNSS-Technologie nutzen zu können, müssen die Daten der AV von diesen lokalen Widersprüchen befreit werden. Dies gilt insbesondere für die direkte Absteckung und Aufnahme nach Koordinaten.

In spannungsbehafteten Gebieten muss vor den Arbeiten immer eine aufwändige lokale Einpassung durchgeführt werden. In spannungsarmen Gebieten kann ohne lokale Einpassung gearbeitet werden, was die Arbeit wesentlich vereinfacht.

Die vorliegende Weisung beschreibt und regelt das Vorgehen der Analyse- und Entzerrungsarbeiten. Dem Unternehmer steht es frei, für die Begleitung des Auftrags, die Zwischenverifikationen und für die Verifikation durch das ALG, die vorgesehenen Arbeiten und Resultate in einem Geoportal zu visualisieren und bereit zu stellen.

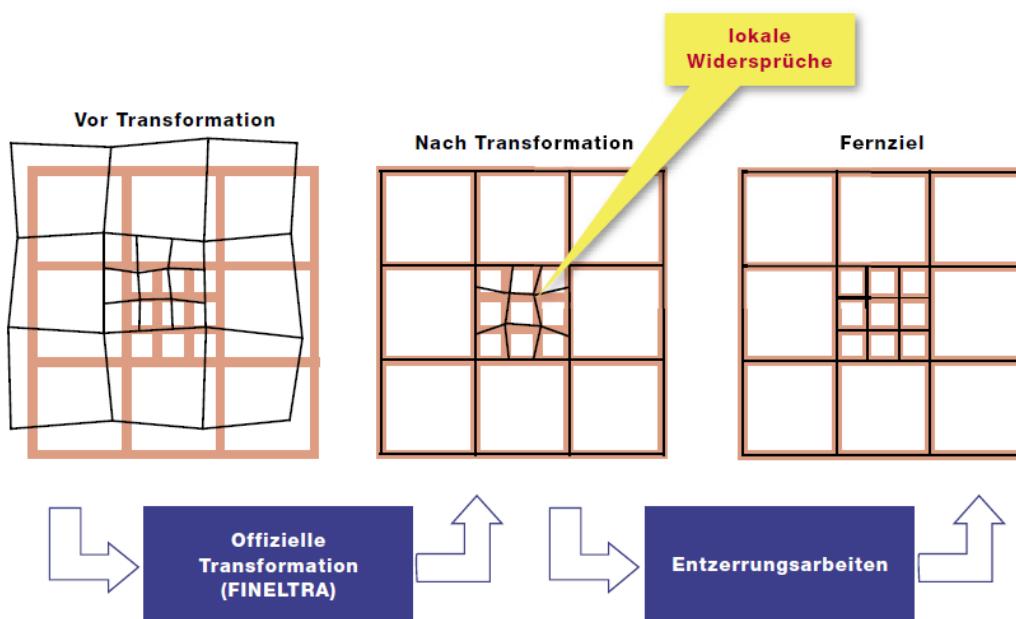


Abb. 1: Schematische Darstellung des Übergangs LV03 ⇒ LV95 mit vorgesehenen Entzerrungsarbeiten (swisstopo)

## 1.1 Abkürzungen und Begriffe

Abkürzungen	Bemerkung
ALG	Amt für Landwirtschaft und Geoinformation des Kantons Graubünden
AV	Amtliche Vermessung
GBA	Grundbuchamt
GeoGR	Datendrehscheibe des Kantons Graubünden
GDOP	geometric dilution of position
GNSS	Global Navigation Satellite Systems (GPS, Galileo, GLONASS etc.)
LFP	Lagefixpunkt
LV03	Landesvermessung 1903
LV95	Landesvermessung 1995
NFG	Nachführungsgeometerin oder Nachführungsgeometer
swisstopo	Bundesamt für Landestopografie swisstopo
TS	Toleranzstufe
TVAV	Technische Verordnung des VBS über die amtliche Vermessung (TVAV; SR 211.432.21) > Ausser Kraft, in Kraft von 01.07.1994 – 01.01.2024. Die TVAV wurde abgelöst durch die nachstehend aufgeführte VAV-VBS
VAV-VBS	Verordnung des VBS über die amtliche Vermessung (VAV-VBS; SR 211.432.21)
V+D	Eidgenössische Vermessungsdirektion
ZGB	Schweizerisches Zivilgesetzbuch (ZGB; SR 210)

Tab. 1: Abkürzungen und Begriffe

## 1.2 Rechtsgrundlagen und Dokumente

Die Vorschriften zur AV finden Sie auf den spezifischen Internet-Seiten:

- [Vorschriften des Bundes zur AV](#)
- [Vorschriften zur AV im Kanton Graubünden](#)

## 2 Ausgangslage

In einem schweizweiten Projekt im Jahr 2011 hat das ALG im Auftrag der swisstopo und in Zusammenarbeit mit den NFG bereits bekannte spannungsarme Gebiete im Kantonsgebiet ausgeschieden. Grundlage für die Ausscheidung war das Dokument «Beurteilung von Vermessungswerken bezüglich lokaler Spannungen und Ausscheidung spannungsarmer Gebiete» (Empfehlung der swisstopo).

In einem ersten Schritt wurden Gebietsausscheidungen durch das ALG anhand der verfügbaren Akten sowie aufgrund des Alters der Ersterhebungen, der folgenden Erneuerungsarbeiten und des dabei verwendeten Instrumentariums vorgenommen. Dabei wurden jeweils ganze Grundbuchpläne in die Perimeter aufgenommen. Die NFG verifizierten die vorgeschlagenen Ausscheidungen und passten die Perimeter aus ihren Nachführungserfahrungen gegebenenfalls an. Die definitiven, spannungsarmen Gebiete wurden zurückhaltend ausgeschieden. Es wurden vorwiegend Siedlungsgebiete in Talsohlen als spannungsarm bezeichnet.

Eine zuverlässige Aussage über die lokalen Widersprüche kann erst gemacht werden, wenn neue Messungen auf bestehenden Fix- und Grenzpunkten vorliegen. Anhand der Koordinatendifferenzen können weitere spannungsarme Gebiete ausgeschieden sowie spannungsbehaftete Gebiete und Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen detektiert, entzerrt und entsprechend ausgeschieden werden.

## 2.1 Gebietsdefinitionen

Gemeindeflächen werden bezüglich lokaler Widersprüche in drei Gebiete eingeteilt (vgl. Abb. 2).

### 2.1.1 Spannungsarmes Gebiet

Ein Gebiet gilt als spannungsarm, wenn die Genauigkeiten der Fix- und Grenzpunkte (Standardabweichung  $1\sigma$ ) gemäss der «Weisung Amtliche Vermessung – Punktgenauigkeiten» (Weisung der swisstopo) folgende Werte nicht überschreiten:

- $TS1+2 \leq 1,0 \sigma$
- $TS3 \leq 1,5 \sigma$
- $TS4+5 \leq 2,0 \sigma$

In solchen Gebieten sind keine lokalen Widersprüche vorhanden und es ist keine lokale Einpassung nötig.

### 2.1.2 Spannungsbehaftetes Gebiet

Ein Gebiet gilt als spannungsbehaftet, wenn die Genauigkeiten der Fix- und Grenzpunkte (Standardabweichung  $1\sigma$ ) gemäss der «Weisung Amtliche Vermessung – Punktgenauigkeiten» folgende Werte überschreiten:

- $TS1+2 > 1,0 \sigma$
- $TS3 > 1,5 \sigma$
- $TS4+5 > 2,0 \sigma$

In solchen Gebieten sind lokale Widersprüche vorhanden oder es ist mit solchen zu rechnen. Deshalb muss bei allen Messungen immer eine lokale Einpassung vorgenommen werden.

### 2.1.3 Gebiet mit dauernder Bodenverschiebung

Ein Gebiet mit dauernder Bodenverschiebung besteht, wenn die jährlichen, festgestellten Verschiebungen folgende Richtwerte gemäss den Empfehlungen «Behandlung von dauernden Bodenverschiebungen in der Amtlichen Vermessung» überschreiten:

- $TS1+2 > 1 \text{ cm}$
- $TS3 > 2 \text{ cm}$
- $TS4+5 > 5 \text{ cm}$  (in Graubünden:  $TS4+5$  i. d. R. keine Ausscheidung)

Im Kanton Graubünden sind verschiedene Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen vorhanden. Sie gelten immer als spannungsbehaftete Gebiete. Bei Messungen in diesen Gebieten müssen immer lokale Einpassungen vorgenommen werden.

Die Ausscheidung von Gebieten mit dauernden Bodenverschiebungen und die Eintragung als Grundbuchanmerkung dient der Rechtssicherheit. Art. 660a ZGB besagt, dass in solchen Gebieten die Liegenschaftsgrenze auf dem Terrain bestimmend ist und nicht diejenige in den Daten oder auf dem Plan für das Grundbuch.

Falls ein Gebiet die obgenannten Richtwerte nicht erfüllt, wird es als spannungsbehaftetes Gebiet betrachtet.

## 2.2 Schematische Darstellung der drei Gebiete

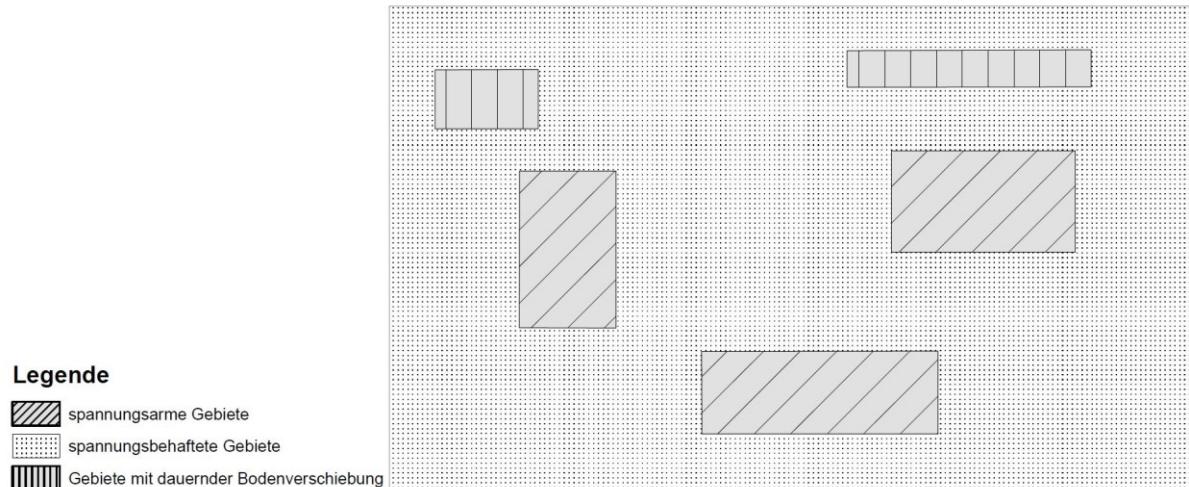


Abb. 2: Schematische Darstellung der verschiedenen Gebietsdefinitionen

## 3 Zielsetzung

Die Arbeiten sind in zwei Etappen gegliedert, die i. d. R. nacheinander in zwei separaten AV-Losen bearbeitet werden.

- In einer ersten Etappe (Los A) werden die TS nach den aktuell gültigen Definitionen neu festgelegt.  
Mit Messungen auf ausgewählte Fix- und Grenzpunkte werden spannungsarme und spannungsbehaftete Gebiete in den TS1–3 lokalisiert, um sie räumlich einzugrenzen. Dabei wird auch bei früher ausgeschiedenen spannungsarmen Gebieten überprüft, ob die damalige Beurteilung korrekt war.
- Die spannungsbehafteten Gebiete sollen in einer zweiten Etappe (Los B) mit weiteren Messungen von Fix- und einzelnen Grenzpunkten weiter untersucht und die lokalen Widersprüche durch Entzerrungsarbeiten eliminiert werden. In der zweiten Etappe können nach den Entzerrungsarbeiten weitere spannungsarme Gebiete und falls vorhanden, Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen definitiv ausgeschieden werden. Spannungsbehaftete Gebiete werden nicht ausgeschieden. Sie bilden die Restfläche des Gemeindegebiets.

In den TS4 und TS5 werden i. d. R. keine Untersuchungen durchgeführt, da dort nur wenige private Grundstücke liegen und der Nutzen den Aufwand nicht rechtfertigt. Diese Gebiete bleiben als spannungsbehaftete Gebiete bestehen.

Falls Gebiete mit dauernder Bodenverschiebung lokalisiert werden, kann der Messperimeter in der Etappe 2 auch in die angrenzenden Gebiete der TS4 und TS5 erweitert werden, um eine grossflächige Transformation und Ausscheidung zu ermöglichen.

Die Entzerrungsarbeiten werden meistens nur innerhalb einer Gemeinde durchgeführt, so dass die Gemeindegrenze unverändert bleibt. Entzerrungen über Hoheitsgrenzen hinaus können bei gemeindegrenzübergreifenden Siedlungsgebieten notwendig werden. Sie sind,

wenn nicht bereits in der Submission vorgesehen, in Absprache mit dem ALG festzulegen und mit dem benachbarten NFG zu koordinieren.

## 4 Projektbeschrieb Etappe 1 (Los A)

In den Anhängen A.1 und A.2 sind die Arbeitsabläufe schematisch dargestellt.

### 4.1 Vorarbeiten

Zu Beginn der Arbeiten verschafft sich der Unternehmer die nötigen Informationen, um die Überarbeitung der TS-Einteilung und die Messungen vorzubereiten und umzusetzen. Dazu sind folgende Grundlagen zu organisieren und Fragen zu klären:

- Konsultation der Bauzonen aus der Nutzungsplanung für die Überprüfung der TS2;
- Konsultation der Landwirtschaftliche Nutzflächen (LP) für die TS3+4 zu überprüfen;
- Kantonsstrassennetz des Tiefbauamts für die TS3;
- Zustand der Fixpunkte (Materialisierung) und des Fixpunktnetzes;
- Sind lokale Widersprüche aus Nachführungsarbeiten bekannt?
- Übersicht der bisherigen Vermessungslose (Perimeter, Methode, Jahr usw.);
- Sichtung der Unternehmer- und Verifikationsberichte vorausgehender Operate.

### 4.2 Überarbeitung TS-Einteilung

Die TS-Einteilung wird anhand des Kap. 3.11 der «Erläuterungen zum Datenmodell 2001 der amtlichen Vermessung im Kanton Graubünden» (Erläuterungen des ALG) überarbeitet.

Die überarbeitete TS-Einteilung ist in einem GIS-fähigen Datenfile (vorzugsweise Interlis- oder Shape- allenfalls als DXF-Datei) dem ALG zur Verifikation abzugeben.

Die TS-Einteilung ist in einem Plan darzustellen und spätestens zum Abschluss der Etappe 1 im Format PDF/A zu erstellen und abzugeben. Darin müssen die Änderungen hervorgehoben werden.

Die Änderungen an der TS-Einteilung sind im Unternehmerbericht zu beschreiben und in einer Tabelle (TS bisher, TS neu, Begründung) darzustellen. Zudem sind die neuen Flächen der TS2 und TS3 in [ha] anzugeben.

#### 4.2.1 Zwischenverifikation neue TS Einteilung

Das ALG prüft die neue TS-Einteilung, bespricht diese mit dem Unternehmer, legt gemeinsam mit dem Unternehmer allfällige Korrekturen fest und genehmigt anschliessend die überarbeitete TS-Einteilung.

Zur Verifikation sind abzuliefern:

- Daten der neuen TS-Einteilung im Interlis- oder Shape-Format allenfalls als DXF;
- Plan mit der TS-Einteilung;
- Unternehmerbericht mit dem Teil der TS-Einteilung.

#### 4.2.2 Übernahme neue TS in AV

Die vom ALG freigegebene TS-Einteilung ist in den AV-Daten zu übernehmen.

Die Anpassung der TS erfordert auch eine Anpassung der Genauigkeitswerte aller Punkte im gesamten Gemeindegebiet gemäss Kap. 2.4 der «Weisung Amtliche Vermessung – Punktgenauigkeiten» (Änderung nur der Standardwerte).

Im Unternehmerbericht sind die definitiven Änderungen der TS-Einteilung pro Gebiet (TS bisher, TS neu, Begründung) zu beschreiben. Im Bericht sind die neuen Flächen der TS2 und TS3 in [ha] anzugeben.

### 4.3 Überprüfung der lokalen Widersprüche in der TS1–TS3

Um die lokalen Widersprüche nach dem Bezugsrahmenwechsel von LV03 nach LV95 festzustellen, werden die Koordinaten von geeigneten Fix- und Grenzpunkten mit einer Einfachmessung bestimmt und so die Koordinatendifferenz ermittelt.

#### 4.3.1 Punktdichte

Die Punktdichte ist in den AV-Daten im Allgemeinen noch zu hoch und soll auf ein für die Nachführung praxistaugliches Mass reduziert werden. Die Richtwerte (vgl. Tab. 2 Spalten 1–3) aus der abgelösten TVAV haben sich nicht als optimale Punktdichte herausgestellt und wurden in der neuen VAV-VBS nicht mehr übernommen. Das ALG geht davon aus, dass die Punktdichte für die Nachführung der AV bis zum doppelten Richtwert der abgelösten TVAV sein kann (vgl. Tab. 2 Spalte 4).

Gebietstyp	LFP3/ha (inkl. LFP1/2)	Formel einfacher Richtwert	Formel doppelter Richtwert
TS1	1,50	Fläche [ha]*1,50	(Fläche [ha]*1,50)*2
TS2	0,70	Fläche [ha]*0,70	(Fläche [ha]*0,70)*2
TS3	0,20	Fläche [ha]*0,20	(Fläche [ha]*0,20)*2
TS4	0,10	Fläche [ha]*0,10	(Fläche [ha]*0,10)*2
TS5	0,02	Fläche [ha]*0,02	(Fläche [ha]*0,02)*2

Tab. 2: Richtwerte für die Punktdichte der Fixpunkte

Die nicht mehr benötigten LFP3 sind nach dem Abschluss des Operats in Absprache mit dem ALG als Hilfsfixpunkte zu degradieren oder in den AV-Daten zu löschen. Die vorgesehenen zu löschenen Fixpunkte sollen jedoch noch in dieser Etappe als auch bei einer Etappe 2 als Ersatzpunkte zur Verfügung stehen. Falls bei der Feldbegehung festgestellt wird, dass ausgewählte LFP3 unbrauchbar oder nicht mehr vorhanden sind, sind diese als Ersatzpunkte zu wählen.

#### 4.3.2 Auswahl der zu messenden Punkte

Im Mengengerüst der Submission wurde als preisbildendes Element die Anzahl zu messender Punkte gemäss dem einfachen Richtwert (vgl. Tab. 2 Spalte 3) der LFP3 pro TS-Gebiet angenommen. Dies entspricht etwa der Hälfte der für die Nachführung benötigten LFP3.

Bei der Auswahl der zu messenden Punkte ist auf eine aussagekräftige Verteilung der Fixpunkte im zu beurteilenden Gebiet zu achten. Folgendes ist zu berücksichtigen:

- Am Perimeterrand müssen genügend Punkte ausgeschieden werden, auch solche die knapp ausserhalb der TS2 oder TS3 liegen. Damit wird bei einer allfälligen Transformation eine Extrapolation vermieden.
- Alle deklassierten Triangulationspunkte sind in und in unmittelbarer Nachbarschaft der TS2 und TS3 in die Auswahl mit einzubeziehen.
- Hilfsfix- resp. Grenzpunkte sind nur zu verwenden, wenn keine LFP3 vorhanden sind. Diese Punkte sind mit dem ALG zu besprechen.
- Alle im Gemeindegebiet vorhandenen LFP1 und LFP2 müssen gemessen werden.

Bei nicht zusammenhängenden Gebieten der TS2 resp. TS3 müssen pro TS-Gebiet mind. fünf LFP3, Hilfsfix- oder Grenzpunkte gemessen werden.

Sind infolge Bautätigkeit oder mangelndem Unterhalt der Fixpunkte keine LFP3 mehr vorhanden, sind geeignete, repräsentative Grenzpunkte zu wählen. Die ausgewählten Grenzpunkte sind im Mengengerüst den Fixpunkten zuzurechnen.

Falls bei den Messungen der vorgesehenen LFP3 festgestellt wird, dass die mit Steinen materialisierten LFP3 schief sind und sich eine Aufrichtung nicht lohnt, sind Ersatzpunkte zu messen. Ebenso sind Ersatzpunkte (i. d. R. LFP3) bei unbrauchbaren oder nicht mehr vorhanden Fixpunkten zu messen (vgl. Kap. 4.3.1).

Bei heraufgestuften TS-Gebieten sind neben den Fixpunkten auch Grenzpunkte als Kontrollpunkte festzulegen, um die erhöhten Genauigkeitsanforderungen zu bestätigen.

Im Unternehmerbericht ist die Auswahl und Anzahl der Messpunkte aufzuführen und zu beschreiben.

Die Auswahl ist vom ALG vor Messbeginn prüfen zu lassen.

#### **4.3.3 Zwischenverifikation der zu messenden Punkte**

Das ALG prüft die Auswahl der zu messenden Punkte (Interlis- oder Shape-Datei, evtl. Punktliste), bespricht diese und allfällige Korrekturen mit dem Unternehmer und genehmigt anschliessend die überarbeitete Auswahl.

Folgende Daten sind zur Zwischenverifikation abzuliefern:

- Netzplan der zu messenden Fix- und Grenzpunkte sowie eine Punktdatei als Shape-Datei und/oder eine Punktdatei im CSV-Format;
- Unternehmerbericht mit dem Teil der Auswahl der Fixpunkte.

#### **4.3.4 Messung**

Vor der Messung sind die festgelegten Fixpunkte gemäss Kap. 4.3.2 zu begehen und der Zustand zu prüfen.

Schiefe LFP3-Steine ab einer Exzentrizität > 3 cm oder beschädigte LFP3-Steine, die weiterhin als LFP3 bestehen bleiben sollen, sind vor der Messung aufzurichten resp. instand zu stellen. Alternativ ist ein Ersatzpunkt zu wählen und zu messen (vgl. Kap. 4.3.1).

Bei schief gemessenen Steinen sind die Steinschienen > 2 cm zu dokumentieren, damit diese bei der Auswertung berücksichtigt werden können (vgl. Excel-Formular des ALG «Korrektur Steinschiente» [AVGR 600.113]).

Müssen Hilfsfix- und Grenzpunkte wegen fehlenden LFP3 gemessen werden, sind sie nach den gleichen Vorgaben wie bei den LFP3 zu messen.

Die Messungen sind nach den folgenden Vorschriften durchzuführen:

- Merkblatt «Höhenbestimmungen mit GPS in der amtlichen Vermessung» [swisstopo];
- Richtlinie Fixpunktmessung [AVGR 200.112];
- Richtlinie LFP-Steinschiente [AVGR 200.113];
- Korrektur Steinschiente [Excel-Formular AVGR 600.113].

Die Messungen der Fix- und Grenzpunkte erfolgen primär mit der GNSS-Messmethode. Wichtige GNSS untaugliche Fixpunkte oder solche im Siedlungsgebiet sind tachymetrisch z. B. über GNSS-Hilfspunkte einzumessen.

Bei der Messung ist auf eine gut verteilte Satellitenkonstellation zu achten. Es geht dabei nicht um möglichst viele Satelliten über dem Horizont, sondern um eine möglichst gleichmässige Verteilung der Satelliten am Himmel. Insbesondere bei Punkten mit Sichthindernissen muss auf eine gute Verteilung der Satelliten geachtet werden, damit für die Punktbestimmung gute Winkel vorhanden sind (keine schleifenden Schnitte).

Gemessen wird mit einer Einfachaufnahme. Dies reicht für die Analyse und Beurteilung der Restfehler, da mit der Erstbestimmung bereits eine Koordinate vorliegt, welche mit der neuen Messung verglichen werden kann.

Die Messungen sind so auszuführen und zu dokumentieren, dass sie als eine der beiden unabhängig durchgeführten Doppelmessungen für eine Netzausgleichung einer späteren Etappe 2 verwendet und für anschliessende Entzerrungen benutzt werden können.

Über die gemessenen Punkte ist eine Fotodokumentation zu erstellen. Die Fotos der Fixpunkte werden gemäss der Fixpunktnummer benannt. Bei mehreren Fotos pro Fixpunkt können zusätzlich z. B. Indizes verwendet werden.

#### 4.3.5 Auswertung

Die Koordinatenbestimmung erfolgt mit einer Einfachmessung, deshalb kann die Genauigkeit und Zuverlässigkeit nicht durch eine Netzausgleichung statistisch nachgewiesen werden. Die Auswertung besteht aus einem Soll-Ist-Vergleich der alten (rechtsgültigen) Punktkoordinaten mit den neu gemessenen Koordinaten.

Für die Beurteilung sind die Messungen anhand der verfügbaren Messparameter aus dem System-Feldprotokoll aufzubereiten und auf ihre Plausibilität zu verifizieren. Dabei sind unter anderem die Messdauer, Positioniergenauigkeit (GDOP) und die Antennenhöhe zu prüfen.

In einer Tabelle sind die Koordinatendifferenzen zwischen den bestehenden und den gemessenen Punktkoordinaten (Soll-Ist-Vergleich) in Lage und Höhe «absolut» und «pro Jahr» gegenüberzustellen. Wo notwendig, sind die Koordinaten um die Steinschiefe zu korrigieren. Die Tabelle ist hierarchisch nach Punktategorien zu sortieren (LFP1, LFP2, HFP1, deklassierte Triangulationspunkte, LFP3 sowie Hilfsfix- und Grenzpunkt). Bei mehreren Gemeinden ist je ein Tabellenblatt zu erstellen.

In Vektorplänen sind die Verschiebungsvektoren absolut / jährlich getrennt in Lage und Höhe im Format PDF/A zu erstellen. Die Vektoren sind je nach Grösse der Verschiebungen im Massstab zwischen 1:1 und 1:10 und in unterschiedlichen Farben nach Fix- und Grenzpunkten darzustellen. Statt mehrere Pläne zu erstellen, können auch layerbasierte PDF-Pläne abgegeben werden, in denen die verschiedenen Informationen ein- und ausgeblendet werden können.

In einem Perimeterplan sind mögliche spannungsarme Gebiete darzustellen, die bereits nach der Einfachmessung festgelegt werden können. Zusätzlich sind mögliche Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen zu lokalisieren und auszuscheiden. Die definitive Ausscheidung findet in der Etappe 2 statt.

Der Unternehmerbericht der Etappe 1 ist zu aktualisieren und zu vervollständigen. Der Bericht muss Angaben über die TS-Änderungen pro Gebiet, Angaben zu den Messungen der

Fix- und Grenzpunkte, Interpretation der Resultate, besondere Feststellungen sowie einen Ausblick über das weitere Vorgehen (Abschluss der Gebietsausscheidungen / Etappe 2) enthalten.

#### 4.3.6 Verifikation

Für die Verifikation sind alle Unterlagen einzureichen, welche zur Prüfung der weisungskonformen Vermessung und zur Beurteilung der Situation notwendig sind. I. d. R. sind dies die folgenden Daten bzw. Dokumente:

- Tabelle mit den gemessenen Steinschiefen gemäss der «Richtlinie LFP-Steinschiefe» [AVGR 200.113];
- Tachymeter- und GNSS-Feldbuch gemäss der «Richtlinie Fixpunktmessung» [AVGR 200.112];
- Tabelle mit den Koordinatendifferenzen;
- Dokumentation der gemessenen deklassierten Triangulationspunkte (Messprotokoll, Zustandskontrolle), gemäss Submission;
- Fotodokumentation der gemessenen Fixpunkte;
- vollständiger Interlis-Datensatz im aktuellen AV-Datenmodell mit der neuen TS und den angepassten Genauigkeitswerten;
- kommentierte Log-Datei des Checkservices MOCHECKGR;
- Plan über das gesamte Gemeindegebiet mit der neuen TS als Übersicht im Format PDF/A;
- Vektorpläne mit den Verschiebungsvektoren im Format PDF/A oder layerbasierter PDF-Plan erstellen;
- Unternehmerbericht der Etappe 1 im Format PDF/A erstellen;
- Plan mit spannungsarmen Gebieten und allfälligen möglichen Gebieten mit dauernder Bodenverschiebung im Format PDF/A und digital als Shape-Datei.

#### 4.3.7 Abschluss Etappe 1

Anhand des Unterberichts und den Feststellungen des ALG wird im Verifikationsbericht das weitere Vorgehen für die Folgeetappe 2 aufgezeigt.

Das Operat ist vom Kanton zu genehmigen und vom Bund anerkennen zu lassen.

### 5 Projektbeschrieb Etappe 2 (Los B)

In der Etappe 2 wird mit weiteren Messungen auf Fixpunkten untersucht, ob die in der Etappe 1 festgestellten Gebiete mit lokalen Widersprüchen in spannungsarme Gebiete transformiert werden können.

Im Anhang A.2 ist der Arbeitsablauf schematisch dargestellt.

#### 5.1 Vorbereitung

Zu Beginn der Arbeiten verschafft sich der Unternehmer die nötigen Informationen aus den Daten und Plänen sowie dem Unternehmer- und Verifikationsbericht des ALG aus der Etappe 1. Die zu entzerrenden Gebiete wurden mit dem Abschluss der Etappe 1 festgelegt. Der Unternehmer überprüft die vorgegebenen Messperimeter des ALG sowie die Anzahl zu messender Punkte.

Neben der Prüfung des Messperimeters sind die zu messenden Fix- und Grenzpunkte festzulegen. Ebenfalls ist die Fixpunktdichte auf ein für die Nachführung taugliches Mass zu reduzieren (vgl. Kap. 4.3.1).

Zum Mengengerüst zählen:

- alle aus der Etappe 1 gemessenen Fixpunkte, die innerhalb der definierten Messperimeter liegen;
- alle LFP3 die innerhalb der definierten Messperimeter verbleiben;
- die zu Hilfsfixpunkten degradierten LFP3;
- alle Fixpunkte, die knapp ausserhalb der definierten Messperimeter liegen;
- alle vom ALG vorgegebenen Festpunkte.

Sind infolge Bautätigkeit oder mangelnden Unterhalt der Fixpunkte keine LFP3 mehr vorhanden, sind geeignete, repräsentative Grenzpunkte zu wählen. Die ausgewählten Grenzpunkte sind im Mengengerüst den Fixpunkten zuzurechnen.

Perimeteränderungen und ein damit angepasstes Mengengerüst der zu messenden Fixpunkte sind vor Messbeginn mit dem ALG zu besprechen.

## 5.2 Messung und Auswertung

Vor Messbeginn ist die Auswahl der Fixpunkte mit dem ALG zu besprechen.

### 5.2.1 Messung

Vor der Messung sind die festgelegten Fixpunkte gemäss Kap. 5.1 zu begehen und der Zustand zu prüfen.

Schiefe LFP3-Steine ab einer Exzentrizität > 3 cm oder beschädigte LFP3-Steine, die weiterhin als LFP3 bestehen bleiben sollen, sind vor der Messung aufzurichten resp. instand zu stellen. Alternativ ist ein Ersatzpunkt zu wählen und zu messen (vgl. Kap. 4.3.1).

Bei schief gemessenen Steinen sind die Steinschiefen > 2 cm zu dokumentieren, damit diese bei der Auswertung berücksichtigt werden können (vgl. Vorlage «Korrektur Steinschiefe» [AVGR 600.113]).

Müssen Hilfsfix- und Grenzpunkte wegen fehlenden LFP3 gemessen werden, sind sie nach den gleichen Vorgaben wie bei den LFP3 zu messen.

Die Messungen sind nach den folgenden Vorschriften durchzuführen:

- Richtlinien «Bestimmung von Fixpunkten der amtlichen Vermessung» [swisstopo];
- Merkblatt «Höhenbestimmungen mit GPS in der amtlichen Vermessung» [swisstopo];
- Richtlinie Fixpunktmeßung [AVGR 200.112];
- Richtlinie LFP-Steinschiefe [AVGR 200.113];
- Feldbuch GNSS-Messung [Excel-Formular AVGR 600.111];
- Korrektur Steinschiefe [Excel-Formular AVGR 600.113].

Die Messungen der Fix- und Grenzpunkte erfolgen primär mit der GNSS-Messmethode. Wichtige GNSS untaugliche Fixpunkte oder solche im Siedlungsgebiet sind tachymetrisch z. B. über GNSS-Hilfspunkte einzumessen.

Bei der Messung ist auf eine gut verteilte Satellitenkonstellation zu achten. Es geht dabei nicht um möglichst viele Satelliten am Horizont, sondern um eine möglichst gleichmässige

Verteilung der Satelliten über den gesamten Horizont. Insbesondere bei Punkten mit Sichthindernissen muss auf eine gute Geometrie geachtet werden, damit die Punktbestimmung nicht durch räumlich schleifende Schnitte erfolgt.

In den definierten Messperimetern werden die Fixpunkte, welche in der Etappe 1 gemessen wurden, ein zweites Mal gemessen. Falls die Koordinatendifferenz zur Messung in der Etappe 1  $> 2$  cm ist, ist der Punkt ein drittes Mal zu messen. Die Messung der Etappe 1 wird dann für den Ausgleich nicht verwendet.

In den definierten Messperimetern werden alle Fixpunkte (nach der Ausdünnung, vgl. Kap. 4.3.1), welche in der Etappe 1 nicht gemessen wurden, zwei Mal unabhängig gemessen.

Alle vorgegebenen Lagerungspunkte sind zwei Mal unabhängig zu messen.

Die Fotodokumentation aus der Etappe 1 ist mit den zusätzlich gemessenen Punkten zu ergänzen. Die Nummerierung und Darstellung hat gleich zu erfolgen wie in Etappe 1.

### 5.2.2 Auswertung

Für die Beurteilung sind die Messungen anhand der verfügbaren Messparameter aus dem System-Feldprotokoll aufzubereiten und auf ihre Plausibilität zu verifizieren. Dabei sind die Messdauer, Positioniergenauigkeit (GDOP), Antennenhöhe u. a. zu prüfen (vgl. AVGR 600.111).

Alle gemessenen Fixpunkte werden mit einer vermittelnden Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen und grossräumig gelagert (vgl. Kap. 2.6ff der swisstopo-Richtlinien «Bestimmung von Fixpunkten der amtlichen Vermessung»).

Die Festpunkte werden in Absprache mit dem ALG pro Perimeter ausgewählt. Dies sind in der Regel gültige LFP1+2 sowie HFP1 und deklassierte Triangulationspunkte.

In einer Tabelle sind die Koordinatendifferenzen zwischen den bestehenden und den ausgeglichenen neuen Punktkoordinaten (Soll-Ist-Vergleich) in Lage und Höhe «absolut» und «pro Jahr» gegenüberzustellen. Wo notwendig, sind die Koordinaten um die Steinschiefe zu korrigieren. Die Tabelle ist hierarchisch nach Punktategorien zu sortieren, LFP1, LFP2, HFP1, deklassierte Triangulationspunkte, LFP3 sowie Hilfsfix- und Grenzpunkt). Bei mehreren Gemeinden ist je ein Tabellenblatt zu erstellen.

In Vektorplänen sind die Verschiebungsvektoren absolut / jährlich getrennt in Lage und Höhe im Format PDF/A zu erstellen. Die Vektoren sind je nach Grösse der Verschiebungen im Massstab zwischen 1:1 und 1:10 und in unterschiedlichen Farben nach Fix- und Grenzpunkten darzustellen. Statt mehrere Pläne zu erstellen, können auch layerbasierte PDF-Pläne abgegeben werden, in denen die verschiedenen Informationen ein- und ausgeblendet werden können.

Im Entwurf des Unternehmerberichts sind die Messungen und Auswertungen zu beschreiben.

### 5.2.3 Zwischenverifikation Messung und Auswertung

Das ALG prüft bei den Messungen, ob die Genauigkeiten und die Zeitabstände zwischen der ersten und der zweiten Messung eingehalten sind sowie die Ausgleichung der Fixpunkte

(weiche und definitive gezwängte Ausgleichung). Zusätzlich kann optional eine freie Ausgleichung abgegeben werden. Die Ausgleichung wird mit dem Unternehmer besprochen, allenfalls bereinigt und für die weitere Verwendung des Transformationsvorschlags freigegeben.

Für die Verifikation sind alle Unterlagen einzureichen, welche zur Prüfung der weisungskonformen Vermessung und zur Beurteilung der Situation notwendig sind. I. d. R. sind dies die folgenden Daten bzw. Dokumente:

- Tabelle mit den gemessenen Steinschiefen gemäss der «Richtlinie LFP-Steinschiefe» [AVGR 200.113];
- Tachymeter- und GNSS-Feldbuch gemäss der «Richtlinie Fixpunktmessung» [AVGR 200.112];
- definitive Tabelle mit den Koordinatendifferenzen;
- Dokumentation aller gemessenen deklassierten Triangulationspunkte (Messprotokoll, Zustandskontrolle), gemäss Submission;
- Listings der Netzausgleichungen (weiche und gezwängte Lagerung, evtl. freie Lagerung); idealerweise werden die Auswertedaten im LTOP-Format mitabgegeben (wenn vorhanden);
- Fotodokumentation der gemessenen Fixpunkte;
- Vektorpläne mit den Verschiebungsvektoren im Format PDF/A oder layerbasierter PDF-Plan zu erstellen;
- Unternehmerbericht (Teilbericht) der Etappe 2 im Format PDF/A.

### **5.3 Entzerrungsarbeiten**

Gemäss dem Dokument «Entzerrung Geobasisdaten [AVGR 400.111]» ist nach der Verifikation des definitiven Ausgleichs der Fixpunkte ein Vorschlag für die Entzerrung mittels finiter Elemente Transformation (Dreiecksvermaschung) zu erstellen. Die Dreiecksvermaschung ist in einem Plan mit den Vektoren aller gemessenen Punkte darzustellen.

Die Transformation der AV-Daten ist auf einer Kopie mit der Dreiecksvermaschung vorerst als Testtransformation durchzuführen.

In einem Perimeterplan sind die spannungsarmen Gebiete und falls verlangt die Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen darzustellen. Die definitive Ausscheidung findet nach der Besprechung der Verifikation statt.

Es ist eine Tabelle aller Fixpunkte mit den Koordinatendifferenzen der transformierten Koordinaten und den ausgeglichenen Koordinaten zu erstellen (Vergleich von Lage und Höhe).

Es ist eine Tabelle aller Grundstücke (Liegenschaften, selbständige Rechte, auch projektierte Objekte) mit den Flächendifferenzen alt / neu zu erstellen.

Der Unternehmerbericht (vgl. Vorlage Unternehmerbericht [AVGR 600.011]) der Etappe 2 ist zu aktualisieren und zu vervollständigen. Der Bericht muss Angaben zu den Messungen der Fix- und Grenzpunkte, Auswertung der Messungen, Angaben zur Transformation, Interpretation der Resultate, Ausscheidung der spannungsarmen, spannungsbehafteten Gebiete und evtl. Gebiete mit dauernden Bodenverschiebung sowie besondere Feststellungen enthalten.

#### **5.3.1 Transformationsvorschlag (Zwischenverifikation)**

Das ALG prüft die Dreiecksvermaschung anhand der Vektoren. Gegebenenfalls führt das ALG Kontrollmessungen durch, um die Transformation zu prüfen.

Folgende Daten sind für die Verifikation abzuliefern:

- Plan Transformationsvorschlag (Perimeter mit der Dreiecksvermaschung inkl. Vektoren) im Format PDF/A oder layerbasierter PDF-Plan;
- Abgabe der Dreiecksvermaschung (DAT-Datei);
- Interlis-Datensätze vor und nach der Transformation im aktuell gültigen AV-Modell;
- Plan mit spannungsarmen Gebieten und allfälligen Gebieten mit dauernder Bodenverschiebung (vgl. Kap. 5.4) im Format PDF/A und digital als Shape-Datei erstellen;
- Tabelle mit den alten / neuen Liegenschaftsflächen und den Flächenänderungen;
- Unternehmerbericht Etappe 2 im Format PDF-A erstellen.

Das ALG behält sich vor, mit Kontrollmessungen den Transformationsvorschlag im Feld zu verifizieren oder in Auftrag zu geben.

Die Dreiecksvermaschung und Testtransformation der AV-Daten werden mit dem ALG besprochen. Das ALG erteilt die Freigabe für die definitive Transformation.

Das ALG terminiert zusammen mit dem Unternehmer den Zeitpunkt der Transformation, da verschiedene kommunale und kantonale Dienststellen sowie die Werkeigentümerinnen und Werkeigentümer informiert werden müssen, welche die AV-Daten als Basisdaten verwenden.

Der Unternehmer ist dafür zuständig, die kommunalen Behörden sowie die Werkeigentümerinnen und Werkeigentümer über die geänderten AV-Daten sowie deren Auswirkungen und das GBA sowie die Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer über die Flächenänderungen zu informieren.

Das ALG informiert die kantonalen Dienststellen über die Auswirkungen der transformierten AV-Daten und stellt für die Entzerrung ihrer Geobasisdaten ein Transformations-Tool bereit.

### 5.3.2 Durchführung der Transformation

Nach der Zwischenverifikation und deren Freigabe durch das ALG kann die definitive Transformation im Original-AV-Datensatz durchgeführt werden. Die Entzerrungsarbeiten führen zu neuen Koordinaten in allen Ebenen. Da die Flächen der Grundstücke mit den neuen Koordinaten gerechnet werden, sind Flächenänderungen möglich, die dem GBA sowie den Eigentümerinnen und Eigentümern mitgeteilt werden müssen.

Die definitive Dreiecksvermaschung ist in einem Plan mit den Vektoren der Transformationsstützpunkte darzustellen.

In einem Perimeterplan sind die definitiven spannungsarmen Gebiete darzustellen.

Es sind die Informationsschreiben für die Eigentümerinnen und Eigentümer und das GBA betreffend Flächenänderungen zu erstellen. Der Versand findet spätestens unmittelbar nach der Transformation statt.

Geobasisdaten, die sich auf die Liegenschaften abstützen, müssen mit den gleichen Transformationsparametern transformiert werden wie die AV-Daten. Diese Arbeiten müssen vom jeweiligen Datenherrn durchgeführt und finanziert werden. Das ALG und der Unternehmer stellen die Transformationsparameter zur Verfügung.

#### **5.4 Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen**

Gebiete mit dauernder Bodenverschiebung werden erst nach der definitiven Transformation festgelegt und ausgeschieden.

Der Ablauf für die Ausscheidung der Gebiete mit dauernder Bodenverschiebung ist in Kap. 5.7.6 der Weisung über die Nachführung und den Unterhalt der amtlichen Vermessung [AVGR 100.021] beschrieben.

#### **5.5 Schlussverifikation**

Zur Dokumentation bzw. Schlussverifikation sind alle Unterlagen einzureichen, welche zur Prüfung der weisungskonformen Vermessung und zur Dokumentation der Arbeiten notwendig sind. I. d. R. sind dies die folgenden Daten bzw. Dokumente:

- definitive Dreiecksvermaschung (Perimeter und Dreiecksvermaschung) im Format PDF/A oder layerbasierter PDF-Plan;
- Abgabe der definitiven Dreiecksvermaschung (DAT-Datei);
- Interlis-Datensätze vor und nach der Transformation im aktuellen AV-Datenmodell;
- Plan mit spannungsarmen Gebiete im Format PDF/A und digital (Interlis, Shape-Datei);
- Tabelle mit den alten / neuen Liegenschaftsflächen und den Flächenänderungen;
- Entwurf Infobrief betreffend Flächenänderungen an das GBA mit folgendem Inhalt oder als Anhang, Liste der betroffenen Grundstücke mit Angabe von Fläche alt / neu und Flächenänderung (Abgabe digitale Liste oder AVGBS);
- Entwurf Infobrief betreffend Flächenänderungen an Eigentümerinnen und Eigentümer;
- Unternehmerbericht Etappe 2 im Format PDF-A;
- kommentierte Log-Datei des Checkservices MOCHECKGR;
- Dokumentation der Gebiete mit dauernder Bodenverschiebung gemäss Kap. 5.7.6 der Weisung über die Nachführung und den Unterhalt der amtlichen Vermessung [AVGR 100.021].

#### **5.6 Abschluss Etappe 2**

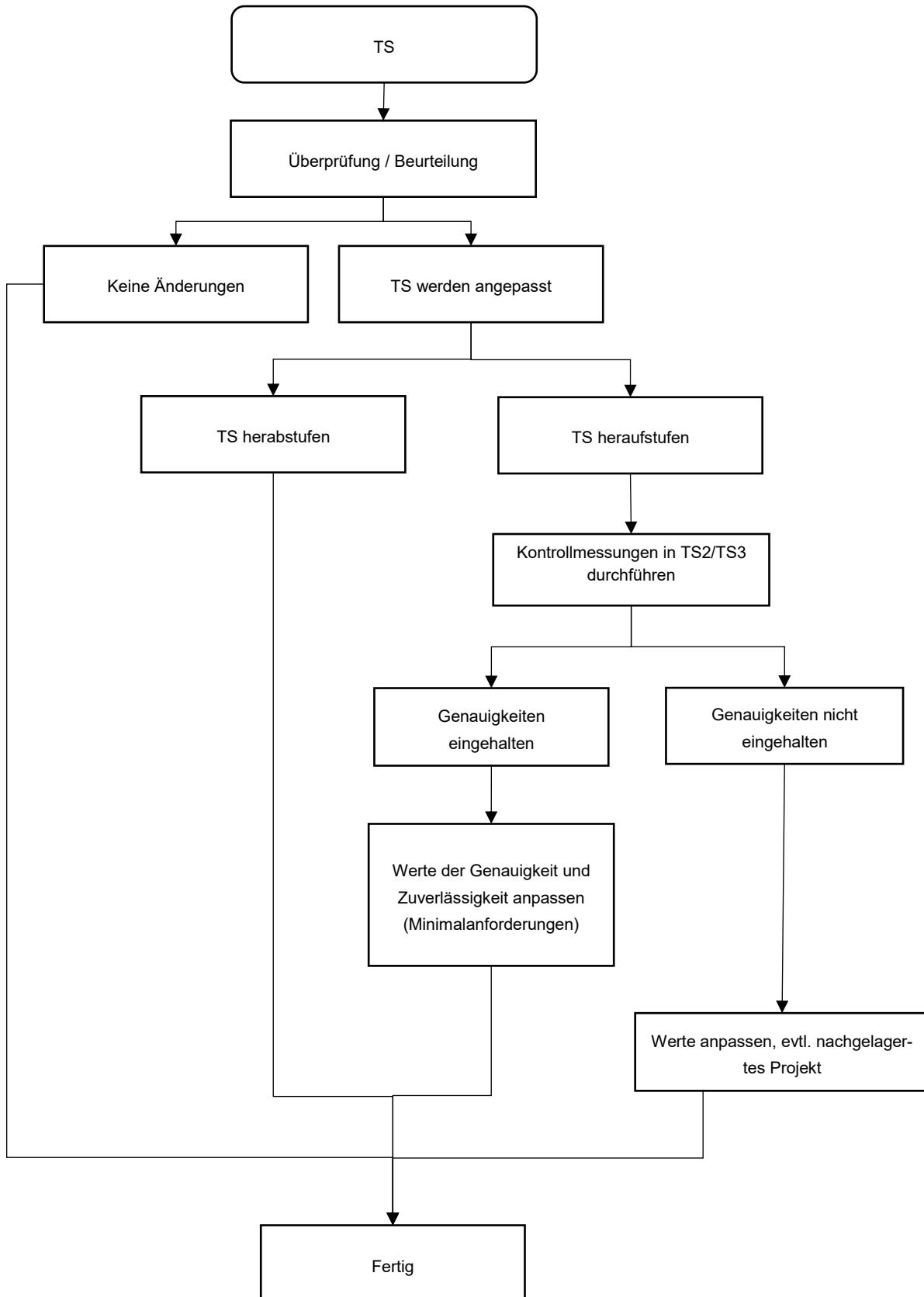
Das Operat ist vom Kanton zu genehmigen und vom Bund anerkennen zu lassen.

Das ALG informiert nach dem Genehmigungsbeschluss die kantonalen Dienststellen, welche die AV-Daten als Basisdaten verwenden und von den Änderungen betroffen sind.

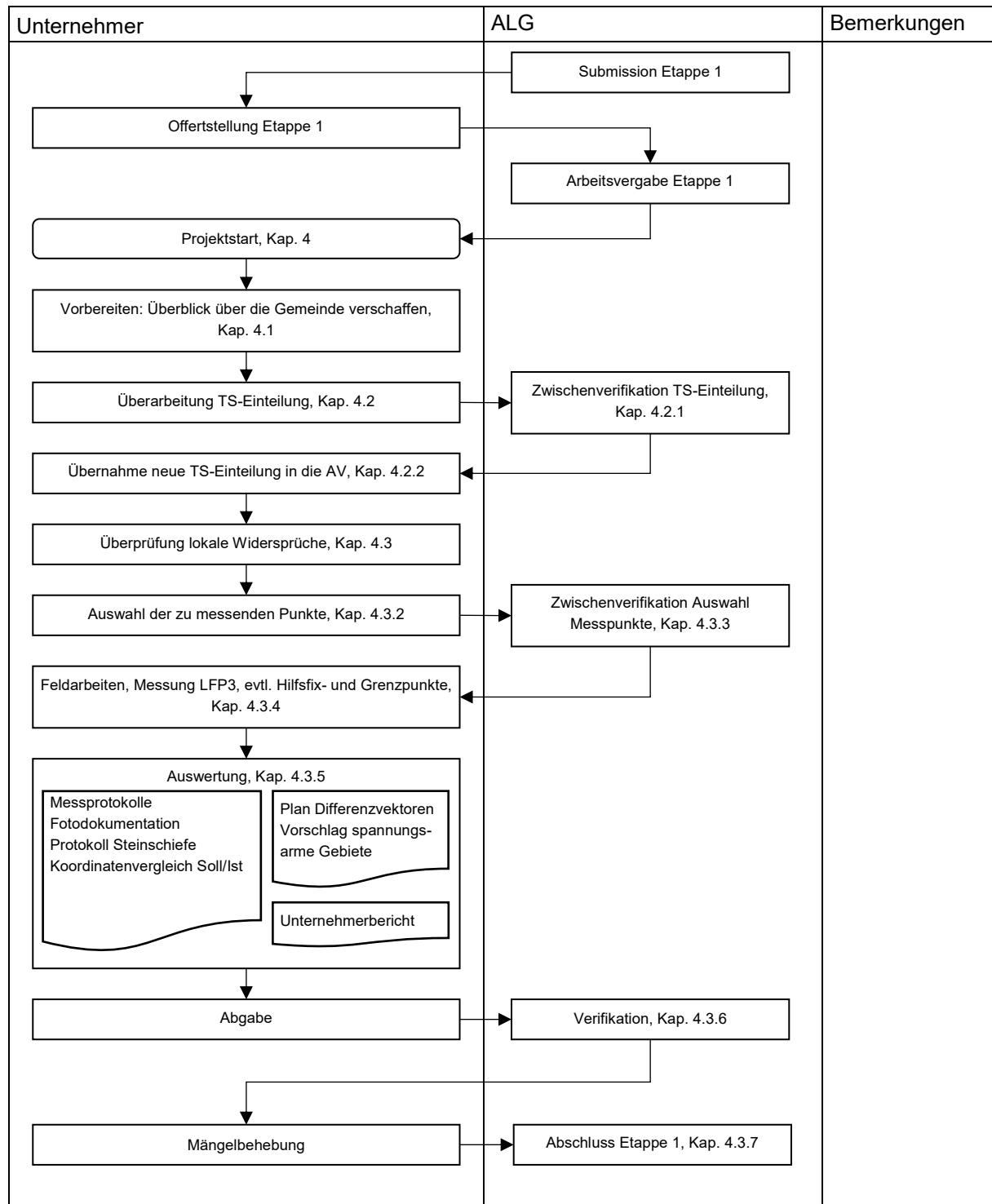
Der Unternehmer informiert die kommunalen Behörden sowie die Werkeigentümerinnen und Werkeigentümer über die geänderten AV-Daten sowie deren Auswirkungen und teilt dem GBA sowie den Grundeigentümerinnen und Grundeigentümern die Flächenänderungen mit.

## Anhänge

### A.1 Ablauf Überarbeitung Toleranzstufe



## A.2 Schematischer Ablauf Etappe 1



### A.3 Schematischer Ablauf Etappe 2

