TIEFBAUAMT
FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

Konzept für die Überführung der Daten der Amtlichen Vermessung auf den neuen Bezugsrahmen LV95

Bearbeitungs-Datum : 17.04.2012
Version : 1.1
Erstellt durch:

Tiefbauamt
Abt. Vermessung und Geoinformation
Städtle 38
9490 Vaduz

Tel. 00423 236 68 51
Fax 00423 236 60 79
vermessung@tba.llv.li
http://www.tba.llv.li
http://www.gdi.llv.li

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung *3*

2 Ausgangslage *3*

2.1 Allgemein **3**

2.2 Neuer Bezugsrahmen für das Fürstentum Liechtenstein **4**

2.3 Grundlagen für das Konzept **4**

2.4 Qualitäten der bestehenden AV-Daten **5**

3 Technisches Vorgehen *5*

3.1 Vorarbeiten **5**

3.2 Überführung AV-Operate **5**

3.4 Umstellung der Softwareumgebung **6**

4 Finanzierung *7*

5 Planung und Organisation *8*

5.1 Terminplan **8**

5.2 Kommunikation **9**

6. Konsequenzen für die Geodateninfrastruktur *9*

1 Einleitung

Die Amtliche Vermessung stützt sich gemäss Gesetz vom 19. Mai 2005 über die Amtliche Vermessung (Vermessungsgesetz; VermG), Art. 35 (geodätisches Bezugssystem), auf das ebene, rechtwinklige Koordinatensystem und Höhensystem der schweizerischen Landesvermessung sowie auf deren Fixpunkte. In der Folge wurde die schweizerische Landesvermessung von 1903 (LV03) und deren Fixpunkte in Liechtenstein verdichtet. Seither bilden diese die Grundlage für die Erstellung der Amtlichen Vermessung. Mit der geplanten gesamtschweizerischen Ablösung der Landesvermessung von LV03 auf die hochgenaue Landesvermessung von 1995 (LV95) sollen die Daten der Amtlichen Vermessung – analog zum Vorgehen in der Schweiz – auf dieses neue Koordinatenbezugssystem überführt werden.

Die Regierung ist laut Gesetz vom 19. Mai 2005 über die Amtliche Vermessung (Vermessungsgesetz; VermG), Art. 3, für die Belange der Amtlichen Vermessung zuständig. Ihr obliegt auch die Aufsicht über die Amtliche Vermessung. Mit Regierungsbeschluss (RA 2010/1357-3312) vom 1. Juni 2010 hat die Regierung die vermessungstechnische Grundlage der neuen Landesvermessung LV95 in Liechtenstein beschlossen und die auf der Basis der FINELTRA-Vermaschung erarbeiteten Transformationsgrundlagen für die Verwendung in der Amtlichen Vermessung anerkannt. Ausserdem wurde das Tiefbauamt beauftragt, ein Konzept für die Überführung der Daten der Amtlichen Vermessung auf den neuen Bezugsrahmen LV95 auszuarbeiten und die nötigen Vorarbeiten durchzuführen. In diesem Dokument sollen die dafür nötigen Schritte aufgezeigt werden. Das Konzept soll ausserdem auch Lösungsvorschläge enthalten, wie die restlichen Daten der GDI-Liechtenstein (Fachdaten, Orthophoto, Landeskarten, Werkdaten etc.) auf LV95 überführt werden könnten. Im Falle des Datenaustausches mit dem schweizerischen Bundesamt für Landestopografie (Landes- und Pixelkarten, TLM, AV-Daten) ist dies bereits gelöst.

2 Ausgangslage

2.1 Allgemein

Die Amtliche Vermessung des Fürstentums Liechtenstein beruht heute auf der über hundertjährigen Landesvermessung von 1903 (LV03). Diese Landesvermessung verwendet als Nullpunkt die Sternwarte in Bern. Die Koordinaten werden als Schweizerische Zivilkoordinaten bezeichnet. Da sich das Land Liechtenstein im positiven Quadranten dieses Koordinatensystems befindet, wurde die Umstellung auf das in der Schweiz verwendete Militärkoordinatensystem mit dem Nullpunkt, der etwa bei Bordeaux liegt, verzichtet. Die in Liechtenstein verwendeten Koordinatenwerte weisen deshalb eine konstante Verschiebung von (-600’000/-200'000) gegenüber den schweizerischen Werten aus. Mit dem Aufkommen von satellitengestützten Messmethoden wurde es nötig, den alten, fehlerbehafteten Bezugsrahmen LV03 durch den neuen Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995 (LV95) abzulösen, um die Vorteile dieser Methoden zu nutzen. Die neu erstellte Landesvermessung LV95, welche über die ganze Schweiz und Liechtenstein realisiert ist, garantiert ein spannungsarmen Lagebezugsrahmen mit hoher absoluter Genauigkeit und schafft den Anschluss zu den internationalen geodätischen Bezugssystemen. Die Landesvermessung LV95 löst die Landesvermessung LV03 ab und bildet gemäss der schweizerischen Verordnung über die Geoinformation den neuen offiziellen Bezugsrahmen für alle Geodaten nach schweizerischem Recht. Ab 2017 müssen die Referenzdaten, insbesondere die AV sowie das gesamte Landeskartenwerk, auf den neuen Bezugsrahmen überführt worden sein. Für die übrigen Geobasisdaten läuft die Übergangsfrist bis zum 31. Dezember 2020. Da das

Fürstentum Liechtenstein sehr eng mit der Amtlichen Vermessung der Schweiz zusammen arbeitet, ist es anzustreben die gleichen zeitlichen Vorgaben zu übernehmen.

2.2 Neuer Bezugsrahmen für das Fürstentum Liechtenstein

Die Arbeiten zur technischen Umsetzung wurden vom Tiefbauamt bereits in den Jahren 1997 (Fixpunktkonzept) bis 2005 (Verifikation) durchgeführt. Mit der Verdichtung der Fixpunkte der neuen Landesvermessung LV95 der Schweiz wurden in Liechtenstein die Voraussetzungen für eine Umstellung auf den neuen Bezugsrahmen geschaffen. Ausserdem wurden in Zusammenarbeit mit den Kantonen St. Gallen, Graubünden sowie mit Swisstopo die Grundlagen für die Überführung der Daten nach LV95 mittels finite Elemente Transformation (FINELTRA-Transformation) erarbeitet. Der offizielle Parameter-Datensatz für die Transformation mittels FINELTRA wird von Swisstopo schweizweit als CHENyx06 vertrieben. Er enthält auch die Parameter für die Transformation der Daten auf dem Gebiet Liechtenstein und kann von jedem Softwarehersteller gratis bezogen werden.
Diese Grundlagen wurden von der Regierung mit Regierungsbeschluss (RA 2010/1357-3312) vom 1. Juni 2010 anerkannt.
Gemäss dem vorliegenden Konzept wird der neue Bezugsrahmen LV95 auf den 30. September 2016 offiziell im Fürstentum Liechtenstein eingeführt. In einem ersten Schritt sollen die Daten der Amtlichen Vermessung nach LV95 überführt werden. Diese Arbeiten stützten sich auf das Konzept des Bundes 'Überführung der amtlichen Vermessung in den Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995 (LV95)', Version 8 vom 8. Juni 2007.

Abbildung 1: Umstellung auf den neuen Bezugsrahmen

2.3 Grundlagen für das Konzept

Für die Erarbeitung des Konzeptes wurden verschiedene Grundlagen und Dokumente zu Rate gezogen:

- Bundesamt für Landestopografie: Überführung der amtlichen Vermessung in den Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995 (LV95). Konzept, Version 8 vom 8. Juni 2007
- Technische Verordnung über die amtliche Vermessung (TVAV) Schweiz
- Geoinformationsgesetz (GeoIG) vom 15. Dezember 2010
- Richtlinien für die Beurteilung und die Überführung von bestehenden Fixpunktnetzen in RAV-konforme LFP3-Netze' vom Juni 1992 und Ergänzung Sept. 2001.
- Richtlinien für die Beurteilung und die Überführung von bestehenden Grenzpunktinformationen vom Sept. 1994
- Konzepte der Kantone Bern, St. Gallen und Genf

2.4 Qualitäten der bestehenden AV-Daten

Für die Umstellung auf den neuen Bezugsrahmen eignen sich nur Daten, die digital vorliegen. Rund 85% der Liechtensteinischen Landesfläche ist auf Stufe Liegenschaften digital in den Daten der Amtlichen Vermessung vorhanden und kann mit dem offiziellen Transformationsdatensatz CHENyx06 mit geringem Aufwand in den neuen Bezugsrahmen überführt werden. Wenn im Hebst 2012 die Neuvermessung der Gemeinde Schellenberg rechtsgültig ins Grundbuch übernommen worden ist, werden an die 95% der Landesfläche digital verfügbar sein.
Praktisch weist fast die ganze Fläche (ca. 80%) einen Qualitätsstandard auf, welcher im LV95 einen unmittelbaren Nutzen generiert. Es handelt sich um die Operate, welche mit dem Verfahren einer Ersterhebung (EE) oder Erneuerung (EN) im Standard AV93 entstanden sind.
Der restliche Teil der Fläche sind in Bearbeitung und werden im Rahmen einer Ersterhebung (EE) oder Erneuerung (EN) auf den Qualitätsstandard AV93 aufgearbeitet. Gemäss Mehrjahresplanung soll das ganze Land bis ins Jahr 2015 vollständig digital vermessen sein und spannungsarm bzw. spannungsfrei vorliegen.

3 Technisches Vorgehen

3.1 Vorarbeiten

Im Zuge der technischen Vorarbeiten für die Umstellung auf den Bezugsrahmen LV95 wurden verschieden Kontrollen und Untersuchungen zur Qualität der einzelnen Vermessungsoperate durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse wurde das ganze Land in so genannte spannungsarme und spannungsbehaftete Gebiete eingeteilt. Die Einteilung ist über das Geodatenportal von Swisstopo unter http://map.geo.admin.ch/ (Basisdaten, Katasterparzellen, Spannungsarme Gebiete) ersichtlich.
Die Ausscheidung von Operaten als spannungsarme Gebiete ermöglicht es dem Nachführungsgeometer, die Vorteile der GNSS-gestützten Vermessungsverfahren voll auszunutzen. Technisch gesehen kann auf eine lokale Ein- und Anpassung der GNSS-Messungen verzichtet werden.
Gemäss Konzept und Mehrjahresprogamm des TBA wurde die Entzerrung spannungsbehafteter Gebiete weitgehend in einem Schritt zusammen mit der technischen Erneuerungen (EN) durchgeführt. Die technischen Vorarbeiten sind in der Zwischenzeit so weit gediehen, dass auch die Umstellung auf den neuen Bezugsrahmen LV95 ab sofort ebenfalls im Zuge der technischen Erneuerung erfolgen kann. Dadurch werden die Operate nur einmal transformiert, die Flächenänderungen nur einmal im Grundbuch angepasst und die Eigentümer nur einmal orientiert. Mit diesem Vorgehen wird die Bearbeitungs- und Übergangsfrist kurz gehalten und in diesen Gebieten erfolgt die sofortige Nutzung der Vorteile (Nachführung ohne lokale Einpassung).

Für diejenigen Operate, welche noch nicht als spannungsarm ausgeschieden werden können (es handelt sich hier vor allem um Gebiete mit instabilen Terrainverhältnissen) legt das TBA das weitere Vorgehen fest und berücksichtigt dieses bei der Mehrjahresplanung.

3.2 Überführung AV-Operate

Bei der Überführung der Daten in den Bezugsrahmen LV95 wird die Einteilung in spannungsarme und spannungsbehaftete Gebiete überprüft.
Für diesen Zweck wurden die Nachführungsgeometer bereits angehalten, alle im Rahmen der Nachführung durchgeführten GNSS-Messungen an das TBA abzugehen. Anhand dieser Messungen und den Erfahrungen in der Nachführung werden die Vermessungsoperate noch einmal beurteilt. Diese

Beurteilung und Qualifizierung muss das Tiefbauamt in enger Zusammenarbeit mit dem zuständige Nachführungs-Geometer und der V+D durchführen.

Durch die enge Zusammenarbeit mit der Schweiz, insbesondere Swisstopo, stehen bereits alle Grundlagen für die Überführung der Daten zur Verfügung. Die Daten werden anhand des FINELTRA-Algorithmus mit dem offiziellen Transformationsdatensatz CHENyx06 überführt. Für die Überführung der Daten ist die von Swisstopo eigens zu diesem Zweck erstellte Software REFRAME bzw. deren Data-Link-Library (DLL) zu verwenden.
Durch die punktweise Affin-Transformation in den verschiedenen Dreiecksmaschen werden die Strecken und Winkel verändert. Dadurch können geometrische Bedingungen verloren gehen, welche danach teilweise wieder hergestellt werden müssen. Verschiedene Untersuchungen, darunter einer der Fachhochschule Nordwestschweiz, haben gezeigt, dass die Differenzen meistens vernachlässigbar sind. Im untersuchten Gebiet waren 85% der Veränderungen kleiner als ein Millimeter. Da mit dem Rahmenwechsel auch Flächenänderungen entstehen, müssen die neuen Flächen ins Grundbuch eingetragen und die Eigentümer informiert werden. Der Datentransfer zwischen Geometer und Grundbuch sollte keine Schwierigkeiten bieten. Die zu diesem Zeitpunkt hängigen Mutationen müssen besonders beachtet und speziell behandelt werden.
Kann die Überführung auf den neuen Bezugsrahmen nicht mit im Rahmen einer bereits geplanten technischen Anpassung bzw. Erneuerung kombiniert werden, so soll für die Umstellung gemäss dem im Vermessungsgesetz definierte Verfahren der Erneuerung durchgeführt werden. Die überführten Daten der Amtlichen Vermessung werden durch das Tiefbauamt zusammen mit der V+D verifiziert und dann durch die Regierung anerkannt. Dabei werden Vollständigkeitskontrollen, Flächenvergleiche und Vergleiche von Statistiken durchgeführt, sowie die Operats- und Hoheitsgrenzen miteinander verglichen. Nach der Anerkennung werden die Grundeigentümer über allfällige Flächenänderungen (Grundbuchfläche) orientiert. Gemäss der Vermessungsverordnung (VermV; LGBl. 2005/152) Art. 50, Abs. 3, hat die Mitteilung von Flächenänderungen in „geeigneter“ Form zur erfolgen.
Für die Mitteilung an den Grundeigentümer wird aufgrund von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen eine der folgenden Varianten gewählt:

1) Für (kleine) Gemeinden, in denen nur wenige Flächenänderungen mitgeteilt werden müssen, sollen die Grundeigentümer direkt mit einem eingeschriebenen Brief über die Änderung informiert werden. Diese Verfahren kann auch angewendet werden, wenn die Umstellung auf LV95 kombiniert mit einer technischen Erneuerung eines Vermessungswerks durchgeführt wird.
2) Für (grössere) Gemeinden mit einer grösseren Anzahl an Flächenänderungen werden Pläne im Massstab 1:2'000 erstellt und zusammen mit der Flächenvergleichsliste Alt – Neu öffentlich aufgelegt. Die Auflage wird in den Landeszeitungen bzw. im Publikationsorgan kundgemacht. Zusätzlich wird die Flächenvergleichsliste digital im Internet z.B. im Rahmen den Geodatenportals verfügbar gemacht. Ausserdem kann für eine weitere Information das Publikationsorgan der Gemeinden (Gemeinde-Bulletin) genutzt werden.

3.4 Umstellung der Softwareumgebung

Für die Umstellung der Daten selbst steht mit dem Softwarepaket REFRAME und dem offiziellen Transformationsdatensatz CHENyx06 von Swisstopo bereits die nötige Mittel zur Verfügung. Allerdings ist nach der Datenumstellung eine Reihe von Softwarekomponenten an den neuen Bezugsrahmen anzupassen. Es handelt sich hier z.B. um geodätische Berechnungsprogramme, Datenbanksysteme, Datenausgabesystem und Schnittstellen, die ebenfalls umgestellt oder auf ihre Tauglichkeit im neuen Referenzrahmen geprüft werden müssen. An gewissen Stellen muss jeweils die Möglichkeit zur Rücktransformation in den Bezugsrahmen LV03 eingebaut werden.

Um die Tauglichkeit der Software zu einem frühen Zeitpunkt beurteilen zu können, werden bereits erste Arbeiten im Rahmen LV95 durchgeführt. Ausserdem sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, vor dem Stichtag der offiziellen Umstellung einzelnen Operate in LV95 zu verwalten und nachführen zu können. Auf diese Weise können jetzt schon erste Erfahrungen mit dem neuen Bezugsrahmen und der Tauglichkeit der einzelnen Systeme gemacht werden.
Das Tiefbauamt wird die im Umfeld der Landesverwaltung verwendeten Programme und Schnittstellen für die Datennutzung und Datenausgabe soweit anpassen, dass Daten jederzeit von LV03 nach LV95 und beziehungsweise von LV95 nach LV03 transformiert werden können. Dies betrifft vor allem die Systeme, die für die Datenausgabe eingesetzt werden können (Geodatenportal, Schnittstellen für die Erstellung von INTERLIS und weiteren GIS-Formaten).
Gemäss Geoinformationverordnung Art. 25 (Sachbereichsübergreifenden Geodatendienste) ist das Tiefbauamt für den Aufbau eines Transformationsdienstes zwischen den Amtlichen Bezugsrahmen zuständig. Mit dem Transformationsdienst sollen dem Nutzer ein kostenfreier Zugang zu einem Internet-Dienst zur Verfügung gestellt werden, mit dem gängige GIS-Formate über die FINELTRA-Algorithmus von LV03 nach LV95 und umgekehrt transformiert werden können.
Für die Nutzer bzw. Kunden der Daten soll noch längere Zeit die Möglichkeit geboten werden, Daten gemäss dem alten Referenzrahmen (LV03) beziehen zu können. Dadurch ist der Kunde bzw. Datennutzer noch für einen längeren Zeitraum nicht gezwungen, Anpassungen an seinen Systemen vorzunehmen.

4 Finanzierung

Eine genaue Aufwandschätzung ist zum heutigen Zeitpunkt schwierig, da viele Faktoren noch nicht bekannt sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein grosser Teil der Arbeiten für die Umstellung der Daten auf LV95 mit anderen Erneuerungsarbeiten kombiniert und damit kostengünstig durchgeführt werden können. Es ist auch zu unterscheiden zwischen den reinen Umstellungskosten, die gemäss diesem Konzept und den Terminen von Kap. 5 durchgeführt werden, und weiteren Anpassungsarbeiten z.B. zur Wiederherstellung von geometrischen Bedingungen bzw. die Umstellung der Softwareumgebung und die Erstellung von Transformationsdiensten für die Nutzer der Amtlichen Vermessung. Für die reine Umstellung der Daten ist mit einem Betrag unter 100'000 CHF zu rechnen. Für weitere Anpassungsarbeiten kann von einem Betrag ausgegangen werden, der eher geringer ist als die reinen Umstellungskosten. Die Umstellung wird deshalb über das ordentliche Jahresbudget in den Jahren von 2012 - 2016 zu bewerkstelligen sein.
Den Kosten steht aber ein langfristiger Nutzen gegenüber, der sich aufgrund der folgenden Vorteile des neuen Bezugsrahmens ergibt:

- Volle Nutzung der Vorteile von satellitengestützten Vermessungsverfahren (GNSS) durch den Verzicht auf lokale Anpassung und Einpassung der GNSS-Messungen. Dadurch können mittelfristig die Kosten für die Nachführung und den Unterhalt gesenkt werden.
- Reduktion der Anzahl benötigter Fixpunkte, dadurch Kosteneinsparungen im Bereich der Ebene Fixpunkte.
- Vereinfachter Anschluss an internationale Bezugssysteme, dadurch Kostenvorteile bei grenzüberschreitenden Arbeiten und der Umsetzung von INSPIRE.
- Langfristig stabiler und hochgenauer Bezugsrahmen für die GDI-FL.

5 Planung und Organisation

5.1 Terminplan

Für die Umstellung der Daten müssen verschiedene Stichtage festgelegt werden, die allen Beteiligten auch offiziell kommuniziert werden. Es sind dies:

Stichtag für die Ausführung von Arbeiten in der Amtlichen Vermessung im Bezugsrahmen LV95

Ab diesem Datum ist es möglich, die technischen Arbeiten im Rahmen LV95 durchzuführen. Für die Anerkennung der Vermessungswerke und die Nachführung werden die Daten wieder in den Bezugsrahmen LV03 transformiert. Dieser Stichtag wurde mit der Anerkennung der Arbeiten der Landesvermessung und der FINELTRA-Vermaschung bereits beschlossen und auf den **01. Juni 2010** festgelegt.
Dieses Vorgehen ist bereits in den Werkverträgen umgesetzt.

Stichtag für die früheste mögliche Anerkennung von Operaten in LV95

Ab diesem Stichtag können Vermessungsoperate offizielle im Bezugsrahmen LV95 anerkannt werden. Dem Eigentümer werden die Grundbuchflächen im Bezugsrahmen LV95 mitgeteilt. Die Nachführung der Operate erfolgt im Rahmen LV95. Die Datenausgabe kann wahlweise auch im Bezugsrahmen LV95 erfolgen, die Datenausgabe in LV03 muss aber weiterhin sichergestellt sein. Der Stichtag wird auf den **1. Juni 2012** festgelegt.
Mit diesem Vorgehen soll es ermöglicht werden, dass einzelne Operate, die schon zum jetzigen Zeitpunkt bereit für Umstellung sind (zum Beispiel Planken), im Bezugsrahmen LV95 verwaltet werden können.

Stichtag für die definitive Umstellung der Amtlichen Vermessung auf LV95

Zu diesem Zeitpunkt müssen alle Daten der Amtlichen Vermessung im Bezugsrahmen LV95 vorliegen. Die Nachführung der Vermessungsoperate erfolgt ausschliesslich in LV95. Die Datenausgabe findet nach wie vor wahlweise in LV95 oder in LV03 statt. Auf diese Weise wird den Datennutzern ein grösserer Spielraum bei der Umstellung eigener Daten und Systeme eingeräumt. Als Endtermin der Umstellung der Daten der Amtlichen Vermessung wird der **30. September 2016** definiert.

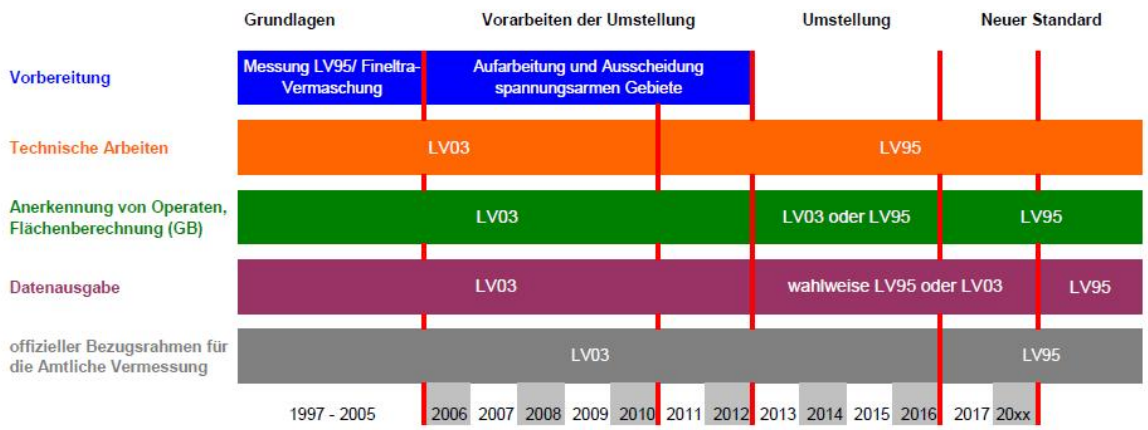

Abbildung 2: Arbeitsschritte und Termine

5.2 Kommunikation

Da verschiedene Stellen und Parteien vom Bezugsrahmenwechsel betroffen sind, ist eine gezielte, zeit- und empfängergerechte Kommunikation von sehr grosser Bedeutung. Nur durch gezielte und frühzeitige Informationen kann erreicht werden, dass die Nutzer von Geodaten die Vorteile von spannungsarmen AV-Daten im neuen Bezugsrahmen LV95 erkennen und akzeptieren, und das zur Bereitschaft führt, die eigenen Datensätze in den neuen Rahmen zu überführen.
Die Akzeptanz von möglichst vielen Datenherren zu gewinnen ist wesentlich. Die professionelle Beratung und Information ist die Aufgabe von allen Geomatikfachleuten. Es ist mit der Hilfestellung durch das Bundesamt für Landestopografie zu rechnen. Ein Kommunikationskonzept ist zurzeit in Arbeit, die Grundlagen dazu sind jedoch seit Herbst 2011 öffentlich erhältlich.

6. Konsequenzen für die Geodateninfrastruktur

Da die Amtliche Vermessung die Grundlage der Geodateninfrastruktur bildet, bleiben die Konsequenzen auf die Geodateninfrastruktur nicht aus. Analog zum geplanten Vorgehen in der Schweiz sind auch die übrigen Daten der GDI auf den neuen Bezugsrahmen LV95 umzustellen. Gemäss Geoinformationsverordnung Art. 4, ist der neue Bezugsrahmen bereits für die Verwendung in der Geodateninfrastruktur zugelassen.
Es ist davon auszugehen, dass erste Datensätze (Referenzdaten) bereits ab dem Stichtag 30.09.2016 in LV95 zur Verfügung gestellt werden müssen. Für Fachdaten kann analog dem Vorgehen in der Schweiz ein späterer Zeitpunkt für die Umstellung der originären Daten festgelegt werden.
Wichtig ist dabei, dass auch alle weiteren bestehenden Geodaten nach demselben technischen Verfahren in den neuen Bezugsrahmen überführt werden. Damit wird sichergestellt, dass sie mit den Referenzdaten deckungsgleich bleiben und möglichst wenige nachträgliche manuelle Bereinigungen nötig werden. Ein detailliertes Konzept zum Vorgehen wird durch das TBA erarbeitet und in der GDI-Kommission beraten werden.