

KONZEPT FÜR DIE ERNEUERUNG DER AMTLICHEN VERMESSUNG (AV) IM KANTON LUZERN

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	5
1.1. Ausgangslage	5
1.2. Bedürfnisse der Benutzer	6
1.3. Zielsetzungen der AV-Erneuerung	7
1.4. Erneuerung des Fundaments der AV: Das Netz 200	7
1.5. Erneuerung der übrigen AV-Ebenen, Daten ausserhalb der AV	8
1.6. Umsetzung der neuen Landesvermessung LV95	8
1.7. Zentrales Datenangebot und dezentrale Nachführung	9
1.8. Kosten und Finanzierung der Erneuerung, Realisierung	9
2. BEDÜRFNISSE UND DRINGLICHKEIT	10
2.1. Bedürfnisse	10
2.1.1. Die Daten der AV als Grundlage für andere Datensätze	10
2.1.2. Zugang und Verbindlichkeit der AV-Daten	10
2.1.3. Spannungsfreiheit und Widerspruchsfreiheit der AV, absolute Lageangaben	11
2.1.4. Schnelle und flächendeckende Verfügbarkeit der Daten	11
2.1.5. Qualitätsanforderungen an die Daten	12
2.1.6. Qualitätssicherung in der Datenverwaltung	12
2.1.7. Bedürfnisabklärungen bei den Benützern	13
2.2. Dringlichkeit und Erneuerungsbedarf	13
2.2.1. Dringlichkeit der Erneuerung, Folgen, Provisorische Numerisierung	13
2.2.2. Erneuerungsbedarf im Baugebiet	15
2.2.3. Erneuerungsbedarf im Landwirtschaftsgebiet	15
2.3. Nutzen der Erneuerung	16
2.3.1. Genereller Nutzen der amtlichen Vermessung	16
2.3.2. Wirtschaftlichkeit der Erneuerung	17
2.3.3. Einsparungen	18
2.3.4. Schaden bei heutigem Verzicht	18
2.3.5. EDV-Grundbuch	19
3. ZIELSETZUNGEN	20
3.1. Zentrales Datenangebot	20
3.2. Nachhaltigkeit der AV-Daten	20

Konzept für die Erneuerung der AV

3.3. Spannungsfreiheit: Übergang von relativen zu absoluten Methoden	21
3.4. Finanzielle Sicherung von Erneuerung und Unterhalt der AV	21
4. ERNEUERUNG DER LAGEFIXPUNKTE	22
4.1. Ausgangslage	22
4.1.1. Kantonale Vermessungsgrundlage: Triangulation IV. Ordnung	22
4.1.2. Die neue Landesvermessung LV95	22
4.1.3. Provisorische Numerisierungen (2.2.1.) und lokale Katastererneuerungen	23
4.1.4. Spannungen der Lagefixpunkte im Baugebiet	23
4.1.5. Spannungen der Lagefixpunkte im Landwirtschaftsgebiet	24
4.2. Etappen der Erneuerung	24
4.2.1. Erste Etappe: Neues Kantonsnetz 200	24
4.2.2. Zweite Etappe: Erneuerung der LFP2/3 im Baugebiet	25
4.2.3. Dritte Etappe: Erneuerung der übrigen Ebenen im Baugebiet	25
4.2.4. Vierte Etappe: Erneuerungen in den Landwirtschaftsgebieten	25
4.3. LFP2/3-Erneuerung im Baugebiet	25
4.3.1. Zeitpunkt der Ersterhebung, Intensität der Nachführung	25
4.3.2. Technisches Vorgehen	26
4.3.3. Übergang ins nicht erneuerte Landwirtschaftsgebiet	27
4.3.4. Vereinfachungen für „neuere“ Ersterhebungen im Baugebiet	27
4.3.5. Ausdünnung und Deklassierung	27
4.4. LFP2/3-Erneuerung im Landwirtschaftsgebiet	28
4.5. Alternativen?	29
5. ÜBRIGE AV-EBENEN: QUALITÄT UND MASSNAHMEN	30
5.1. Randbedingungen	30
5.1.1. Allgemeines	30
5.1.2. Kriterien für die Beurteilung der Vermessungsgrundlagen und Daten	30
5.2. Halbgrafische Ersterhebungen und Umkartierungen	31
5.2.1. Methoden der Erneuerung der übrigen Ebenen halbgrafischer Werke im Baugebiet	31
5.2.2. Massnahmen nach vorhandenem Qualitätsstandard	32
5.3. Teilnumerische Ersterhebungen aus den 70er und 80er Jahren	34
5.3.1. Ohne rechnerische oder digitale Nachbearbeitung	34
5.3.2. Bauten (z.T.) digitalisiert, Kulturgrenzen digitalisiert	34
5.3.3. Vollnumerische Ersterhebungen aus den 80er und 90er Jahren	35
5.4. Besonderheiten bei der Umarbeitung bestehender Daten	35
5.4.1. Daten mit TVAV-konformer Nachbargenauigkeit	35
5.4.2. Operate mit Provisorischer Numerisierung	35

Konzept für die Erneuerung der AV

5.5. Schema Grundlagen und Massnahmen (prioritär im Baugebiet)	37
5.6. Nachführung	38
5.6.1. Laufende Nachführung	38
5.6.2. Periodische Nachführung	38
5.6.3. Nachführung von Provisorischen Numerisierungen	38
5.7. Erneuerung und Aktualisierung im Landwirtschafts- und Berggebiet	39
5.7.1. Methoden der Numerisierung	39
5.7.2. Aktualisierung der Ebenen Bodenbedeckung und Einzelobjekte/Linien	39
5.8. Datennutzung ausserhalb der AV, Kataster 2014	39
5.8.1. Anpassungen von AV-abhängigen Datensätzen	39
5.8.2. Anpassungen in AV-unabhängigen Daten	40
5.8.3. Kataster 2014	41
5.9. Höhenangaben, Dreidimensionale Kataster	41
5.9.1. Höhenfixpunkte	41
5.9.2. Bauwesen, Kataster 2014	41
5.9.3. Genauigkeitsanforderungen	42
5.9.4. Digitale Höhenmodelle	42
5.9.5. Zukunft	42
6. ÜBERFÜHRUNG IN LV95	43
6.1. Zweck und Vorgehen	43
6.1.1. Anlass	43
6.1.2. Leistungsgrenzen der Methode FINELTRA	43
Eigenschaften	43
Folgerungen	44
6.1.3. Bereinigung der Spannungen ohne LFP-Erneuerung allein durch FINELTRA?	44
6.2. Vorgehen im Baugebiet	44
6.2.1. Konforme Überführung von spannungsbefreiten Erneuerunginseln	44
6.2.2. Zukünftige Erneuerungen (oder vereinfachte Zweitvermessungen)	45
6.2.3. „Neuere“ Ersterhebungen im Baugebiet	45
6.3. Vorgehen im Landwirtschaftsgebiet	46
7. DATENANGEBOT	47
7.1. Geoinformationen	47
7.2. Datenqualität	48
7.2.1. Lagegenauigkeit für Punkte der AV-Ebene Liegenschaften	48
7.2.2. Analoge Qualitätsanforderungen wie AV-Ebene Liegenschaften	48
7.2.3. Qualitätsanforderungen der Ebene Höhen	48

Konzept für die Erneuerung der AV

7.3. Datenverwaltung	49
7.3.1. Datenkonsistenz, Datenmodellierung	49
7.3.2. Aktualität	50
7.3.4. Meldewesen	51
7.3.5. Organisation der Nachführung	52
7.3.6. Folgerungen	53
7.4. Datenverfügbarkeit	54
7.4.1. Analoge Dokumente	54
7.4.2. Informationsgehalt der Datensätze (Meta-GIS)	54
7.4.3. Daten ausserhalb der amtlichen Vermessung	54
8. KOSTEN UND FINANZIERUNG, PRIORISIERUNG	55
8.1. Kostenträger und Nutzen	55
8.2. Finanzierung	55
8.3. Kostenzusammenstellung	56
8.4. Erläuterungen zu den einzelnen Projekten	57
8.4.1. Netz 200	57
8.4.2. Umarbeitung im Baugebiet auf Standard AV93 spannungsfrei	58
8.4.3. Katastererneuerung im Landwirtschaftsgebiet	60
8.5. Priorisierung	61
8.5.1. Kriterien	61
8.5.2. Programm	62
9. ARBEITSGRUPPE	63
ANHANG	65
Rechtsgrundlagen	65
Entwicklung der Triangulation im Kanton Luzern	66
Abkürzungen	68

1. ZUSAMMENFASSUNG

1.1. AUSGANGSLAGE

Die amtliche Vermessung (AV) diente ursprünglich der Anlage des Grundbuchs; seit rund 20 Jahren ist sie immer mehr auch die Grundlage für den Aufbau und den Betrieb von **geografischen Informationssystemen**. Die Abgrenzung von Grundstücken ist nur noch ein Bedürfnis unter vielen anderen: Im Baubewilligungsverfahren sind Gebäude- und Grenzabstände wie auch Höhenbeschränkungen einzuhalten, für die Planung, Erneuerung und Reparatur von Leitungen muss deren Lage und Höhe und die Geländeoberfläche möglichst genau bekannt sein, unnötiger Grabungsaufwand, Elektrounfälle und Rohrbrüche müssen vermieden werden. Raum- und Infrastrukturplanung, Hochbau- und Strassenprojekte, Kubaturberechnungen, Variantenstudien bedürfen digitaler Gelände- und Oberflächenmodelle, um Gestaltung und Kosten zu optimieren. Neben der Lage interessiert zunehmend auch die Höhe, es sind 3-dimensionale Koordinaten gefordert. Die anschauliche Darstellung in 3D – Modellen ermöglicht die Abschätzung der Konsequenzen von Projektvarianten.

Der Bund hat Mitte der 90er Jahre die rechtlichen Grundlagen für die **Reform der amtlichen Vermessung** geschaffen. Dabei ging es im Wesentlichen darum, die in grafischer Form (Pläne) vorhandenen Grundbuchdaten in **elektronische Form** zu überführen. Das Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport hat seine Vorstellungen in der „**Strategie der Amtlichen Vermessung**“ vom 1. Januar 2002 weiter konkretisiert. Er legt dabei gemäss seiner Strategie die Priorität auf **definitive Lösungen**, provisorische Daten sollen aufgrund des unumgänglichen Nachbearbeitungsaufwandes nur noch ausnahmsweise generiert werden.

Für die amtliche Vermessung im Kanton Luzern gilt heute noch das Dekret über die Grundbuchvermessung aus dem Jahre 1930. Es soll durch das **Gesetz über die Geoinformationen** (Entwurf vom Oktober 2001) abgelöst werden. Darin werden sowohl die geografischen Informationssysteme als auch die amtliche Vermessung geregelt. Bei den Bestimmungen zur amtlichen Vermessung geht es um die Schaffung der notwendigen Rechtsgrundlagen, wie sie die bundesrätliche Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV) verlangt.

Mit der Entwicklung neuer Technologien haben sich in den letzten Jahrzehnten auch die Vermessungsverfahren stark gewandelt. Zunehmend ersetzen **Satelliten** die traditionellen Triangulations- und Polygonpunkte. Die satellitengestützten Vermessungsmethoden auf Basis des **Global Positioning System (GPS)** offenbaren den Benützern immer deutlicher die Schwächen der konventionellen, nachbarorientierten Vermessung. Auf diese Tatsache hat das Bundesamt für Landestopographie mit dem Übergang der Landesvermessung LV03 zur neuen **Landesvermessung LV95** reagiert. Auch unsere amtliche Vermessung muss nun **satellitentauglich** gemacht und in dieses System überführt werden. Die Kantone haben dazu Konzepte auszuarbeiten und sie der Eidgenössischen Vermessungsdirektion, der Oberaufsicht über die AV obliegt, vorzulegen.

Ausgangspunkt für das vorliegende Konzept ist deshalb einerseits die **Analyse der Bedürfnisse** der Benutzerinnen und Benutzer der amtlichen Vermessung. Aufgrund dieser Analyse werden die **Zielsetzungen** für die amtliche Vermessung im Kanton Luzern formuliert und erläutert. Anschliessend werden das **konkrete Vorgehen** zur Erreichung dieser Ziele formuliert und die zu erwartenden **Kosten** für die Umsetzung des Konzeptes abgeschätzt.

Anlass ist andererseits die Verfügbarkeit von Technologien, welche es zum ersten Mal in der Geschichte der Vermessung erlauben, die angestrebten Ziele kostengünstig, schnell und mit minimalem Aufwand zu erreichen.

1.2. BEDÜRFNISSE DER BENUTZER

Die Bedürfnisse der Benutzer lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- spannungsfreie Koordinaten und widerspruchsfreie Zusammenführung von Daten: einfache Art der Lagebestimmung, AV-Daten als Grundlage für weitere Datensätze
- Qualitätsanforderungen an die Daten: einfacher Zugang zu AV-Daten und Informationen zur Rechtswirkung und Qualität.
- schnelle und flächendeckende Verfügbarkeit der Daten mit Priorität des Datenangebotes in Bau- und Bauentwicklungsgebieten
- Qualitätssicherung in der Datenverwaltung

AV-Daten als Grundlage für weitere Datensätze: Bisher wurden alle Objekte der AV wie Grenzen oder Bauten von den Bezugspunkten der amtlichen Vermessung, den sog. Lagefixpunkten (LFP), aus aufgenommen. Oft wurden auch Objekte der AV als Bezugspunkte verwendet; ihre Genauigkeit war deshalb ebenfalls wichtig. Leitungen wurden (und werden z.T. noch heute) auf Grenzpunkte, Gebäudeecken und Einzelobjekte eingemessen. Die neuen Vermessungsverfahren (satellitengestützte Vermessungen mit dem Global Positioning System GPS) ermöglichen heute die rasche und einfache Lagebestimmung, ohne auf die Lagefixpunkte zurückzugreifen. Diese sog. **absolute Lagebestimmung** gewinnt gegenüber der sog. relativen Lagebestimmung, die sich auf örtliche Objekte abstützt, rasch an Bedeutung. Damit kann – nach automatischer Transformation aus dem Geräte-internen Bezugssystem WGS84 - direkt im Koordinatensystem der schweizerischen Landesvermessung gearbeitet werden. Die AV-Daten dienen aber auch weiterhin als Grundlage für weitere Datensätze.

Zugang und Informationen über AV-Daten: AV-Daten müssen über eine zentrale Anlaufstelle erhältlich sein. Mit den AV-Daten sollen Informationen über deren **Rechtswirkung und Qualität** abgegeben werden. Für viele Objekte ist es unerlässlich zu wissen, ob sie bestehend bzw. rechtsgültig, projektiert oder rechtsgültig aber in Revision sind und den Beginn und die Dauer der Rechtswirkung zu kennen. Die Qualität (d.h. Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Konsistenz) und die Art der Koordinatenbestimmung (Digitalisierung, Berechnung, Konstruktion, GPS) muss ersichtlich sein. Unverzichtbar sind auch Angaben zur Aktualität (mindestens der Erhebungszeitpunkt).

Spannungsfreie Koordinaten, widerspruchsfreie Zusammenführung von Daten: Im heutigen AV-System können satellitengestützte und terrestrische Vermessungen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Um unabhängig von der gewählten Methode zum gleichen Ergebnis zu kommen, muss die AV von relativen zu absoluten Lageangaben übergehen. Die unabhängig erhobenen Datensätze sind dann nicht mehr über die Lagefixpunkte verbunden, sondern über die gemeinsamen Satelliten: Durch den einheitlichen, Zentimeter-genauen Bezug auf diese neuen, an den Himmel verlegten „Fixpunkte“ passen alle terrestrischen Lageangaben dennoch jederzeit widerspruchsfrei zusammen.

Die Lagefixpunkte bleiben also trotzdem eine unverzichtbare **Bezugsgrundlage**, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass auch sie spannungsbereinigt sind, sonst würden wieder neue Widersprüche in die spannungsbefreiten Datensätze eingetragen. Einerseits werden sie weiterhin gebraucht für die Aufarbeitung von vorhandenen Feldaufnahmen innerhalb und ausserhalb der AV (z.B. Leitungskataster), und andererseits müssen viele Details noch polar ab Lagefixpunkten erhoben werden, weil besonders in Baugebieten, aber auch im Wald der Satellitenempfang behindert ist. Bei Rekonstruktionen und Absteckungen wird man sich deshalb auch in Zukunft auf vorhandene LFP abstützen. Doch auch hier müssen unabhängig erhobene Datensätze wider-

Konzept für die Erneuerung der AV

spruchfrei zusammenpassen; sie müssen spannungsfrei sein. Die BenutzerInnen der AV wollen zwischen den Angaben der AV und ihren Eigenerhebungen keine Nachbarwidersprüche feststellen, die sie dann mit kleinräumigen Interpolationen bzw. Einpassungen ausgleichen müssen.

Schnelle und flächendeckende Verfügbarkeit der Daten: Die Erneuerung der AV-Daten sollte möglichst vor deren Verwendung in weiteren Datensätzen erfolgen, um dort nachträgliche Anpassungen als Folge der Bereinigung der AV zu vermeiden. Die Priorität für die Erneuerung liegt dort, wo die Häufigkeit der Anwendungen und die Dichte der Regelungen und Anforderungen am höchsten ist: im Baugebiet und in Bauentwicklungsgebieten.

Qualitätsanforderungen an die Daten: Massgebend sind die Anforderungen verschiedener Genauigkeitsstufen, im Bereich der amtlichen Vermessung für alle rechtswirksamen Daten ergänzt um die Zuverlässigkeitsanforderungen. Oft werden Rechtswirkungen auch auf AV-Daten ohne Zuverlässigkeitsgarantie aufgebaut: Zum Beispiel werden Baulinien oder Festlegungen der Nutzungsplanung bezüglich bestehenden Bauten definiert. Dies zwingt die amtliche Vermessung, auch diese Daten in adäquater Form anzubieten und zu qualifizieren.

Qualitätssicherung in der Datenverwaltung: Die Qualität der AV-Datensätze gemäss TVAV muss gesichert sein. Die BenutzerInnen wollen klar fassbare und verantwortliche AnsprechpartnerInnen, die die Produkthaftung glaubwürdig wahrnehmen können, besonders bei rechtswirksamen Daten. Die verwendete Infrastruktur muss einen zuverlässigen, problemlosen und kostengünstigen Datenaustausch und die einfache Herstellung von Auszügen und Auswertungen erlauben.

1.3. ZIELSETZUNGEN DER AV-ERNEUERUNG

Aus den obigen Bedürfnissen leiten sich folgende Ziele für die Erneuerung der AV ab:

1. Zentrales Datenangebot: Bereitstellen eines leistungsfähigen, leicht zugänglichen, informativen, konsistenten, Interlis-tauglichen und einheitlich modellierten Datenangebotes.
2. Nachhaltigkeit der AV-Daten:
 - Langfristige Gewährleistung hoher Datenqualität, die den rechtlichen Anforderungen in allen Datenebenen genügt.
 - Übergang von relativen zu absoluten Methoden: Angebot spannungsfreier Datensätze, damit uneingeschränkt absolute Lagebestimmungsmethoden wie GPS angewendet werden können.
3. Langfristige Sicherstellung der Finanzierung für die Erneuerung und den Unterhalt der AV.

1.4. ERNEUERUNG DES FUNDAMENTS DER AV: DAS NETZ 200

Die Lagefixpunkte sind heute noch das Fundament der amtlichen Vermessung: Darauf beziehen sich nicht nur sämtliche Feldaufnahmen und Daten der AV, sondern auch viele Erhebungen ausserhalb der AV (z.B. Leitungskataster). Aufgrund dieser **Scharnierfunktion der Lagefixpunkte** sind die gebietsspezifische Wiederherstellung der ehemaligen Qualität der LFP und die Anpassung an absolute Methoden ein Schwerpunkt im vorliegenden Konzept.

Als neue Bezugsgrundlage wird ein **spannungsfreies Hauptnetz von etwa 200 Punkten** bereitgestellt (Netz 200). Es wird direkt an die LV95-Punkte des Bundes angeschlossen und dient als Rahmen für alle weiteren Arbeiten bei Ersterhebung, Erneuerung, Erhaltung, Interpolation und

Konzept für die Erneuerung der AV

Nachführung. Damit werden im ganzen Kanton rationelle Anschlussbedingungen gewährleistet. In allen spannungsbereinigten Gebieten kann der Unterhalt der Fixpunkte aus Sicht der AV auf wenige Punkte pro Gemeinde beschränkt werden (Punkt-Ausdünnung), sofern nicht die Sichtverhältnisse oder weitere Interessenten etwas anderes erfordern.

1.5. ERNEUERUNG DER ÜBRIGEN AV-EBENEN, DATEN AUSSERHALB DER AV

Daten der amtlichen Vermessung: Auch für die Daten der übrigen AV-Ebenen ist Spannungsfreiheit auf Niveau AV93 zu erreichen, prioritär im Baugebiet. Ausgehend vom vorhandenen Qualitätsniveau der verfügbaren Datenbestände werden die notwendigen Massnahmen aufgeführt.

Im einfachsten Fall, d.h. bei neueren Ersterhebungen, genügt eine Neubestimmung wichtiger LFP2 und die anschliessende Einpassung der übrigen Daten. Bei Unsicherheit über den Erhaltungszustand der Fixpunktgrundlage ist die Erneuerung der LFP2 und LFP3 mit nachfolgender Interpolation oder Neuberechnung der übrigen Vermessungselemente erforderlich. In halbgrafischen Gebieten, wo eine vollständige Erneuerung der LFP2, LFP3 und der gesamten Situation notwendig ist, kann sogar eine vereinfachte Zweitvermessung optimaler sein. Auch lokale Gegebenheiten, wie die nutzungsplanerischen Absichten der Gemeinde oder Bedürfnisse von Leitungskatastern entscheiden über die Intensität der Umarbeitung oder die Neubearbeitung provisorisch numerisierter Gebiete. Das Mass der heutigen Zielerreichung und die Differenz zum Sollzustand sowie Kosten und Budgets bestimmen dann die lokalen Massnahmen und Etappen.

Daten ausserhalb der amtlichen Vermessung: Mit der Erneuerung der AV-Daten erhalten diese neue Koordinaten. Daten ausserhalb der AV, die zum Beispiel aus Einmessungen auf Gebäudeecken und Grenzpunkte generiert wurden, sind dann anzupassen. Dabei muss oft fremde Interpolations-Software eingesetzt werden. Die dazu erforderlichen Datentransfers werden dann vereinfacht, wenn das Ursprungssystem die Datenbeschreibungssprache Interlis verwendet.

Wenn die Genauigkeitsanforderungen denen der AV vergleichbar sind, muss die Anpassung sehr differenziert erfolgen. Erwähnt seien die Nutzungsplanung (Rechtswirkungen) oder genaue Leitungskataster in dicht überbauten Gebieten (SIA 405: ± 10 cm).

Bei Daten hingegen, die bereits heute unabhängig von der AV, und relativ spannungsfrei, z.B. in GPS erhoben wurden, sind auch einfachere Methoden denkbar, um sie mit den Daten der AV zur Übereinstimmung zu bringen. Sie sind lediglich mithilfe ihrer Stützpunkte auf die gemeinsamen Anschlusspunkte in der AV zu „eichen“.

1.6. UMSETZUNG DER NEUEN LANDESVERMESSUNG LV95

Der Übergang von der Landesvermessung LV03 ins neue System der – GPS-gestützten – Landesvermessung LV95 ist erforderlich infolge der Widersprüche zwischen den alten und den neuen, spannungsfreien Koordinaten der LFP2 und noch mehr der LFP3. Die vollständige Erneuerung muss **bedürfnisorientiert** erfolgen. Bereits spannungsbefreite Baugebiete dürfen beim Übergang von LV03 in LV95 keine geometrischen Veränderungen mehr erfahren.

1.7. ZENTRALES DATENANGEBOT UND DEZENTRALE NACHFÜHRUNG

Um die Öffentlichkeit effizient und gesamtwirtschaftlich kostenoptimiert mit Daten und Dienstleistungen der AV zu bedienen und die Qualität der Daten zu erhalten, sind technische und organisatorische Massnahmen zu treffen. Ziel ist die zentrale Gewährleistung der **Datenkonsistenz** und der freien **Datenverfügbarkeit**. Voraussetzung sind rechtlich fassbare, langfristig haftbare DatenverwalterInnen, die über die entsprechende Infrastruktur und über die unerlässlichen Kenntnisse der lokalen Verhältnisse verfügen. Prädestiniert sind die vertraglich gebundenen, patentierten Nachführungsgeometer als Datenproduzenten mit ihrem in Jahrzehnten aufgebauten Know-how, den erforderlichen, anspruchsvollen Werkzeugen und den gesetzlich geregelten Abläufen und Qualitätsanforderungen.

1.8. KOSTEN UND FINANZIERUNG DER ERNEUERUNG, REALISIERUNG

Die Gesamtkosten in den Baugebieten belaufen sich auf etwa 16.2 Mio. Franken, im Landwirtschaftsgebiet auf 15.2 Mio. Fr. Eine Tabelle (Beilage) gibt gemeindeweise Auskunft über Massnahmen, zugehörige Flächenanteile, Hektar-Kosten und Gesamtkosten. Für die Kostenermittlung wurden die vorhandenen Daten nach verschiedenen Kriterien bewertet und gebietsweise adäquate Massnahmen angenommen. Abstriche gefährden AV93-Konformität und Spannungsfreiheit.

Die entsprechenden Kantonsbeiträge belaufen sich im Baugebiet auf etwa 11.7 Mio. Fr., im (wenig dringlichen) Landwirtschaftsgebiet auf etwa 10.34 Mio. Fr.

Die Finanzierung ist gesichert, wenn während der nächsten 9 Jahre mindestens 2.5 Mio. Fr. jährlich an Kantonsbeiträgen zur Verfügung stehen. Das bedeutet, dass die Gebühr für die Benützung der amtlichen Vermessungswerke, die bis anhin für die AV eingesetzten Mittel und besonders die bisher von den Gemeinden aufgebrachten Beiträge weiterhin zur Verfügung stehen und bei einem Wechsel der gesetzlichen Grundlagen gesamthaft erhalten bleiben, d.h. neu vom Kanton aufzubringen sind. Dabei ist auch berücksichtigt, dass die Bundesbeiträge an die nun anstehenden Erneuerungen nur noch etwa halb so hoch sind wie an die bisherigen Erstvermessungen.

Realisierung innert 9 Jahren, Priorisierung: Jede Änderung der Beiträge verzögert oder beschleunigt die Bereinigung der Daten. Kürzungen wirken sich somit direkt als überproportionale Mehrkosten bei jenen BenutzerInnen aus, die zwischenzeitlich ihre Daten auf provisorische Datenbestände aufgebaut haben und diese dann nach einer später nachgeholten Bereinigung der Vermessungsgrundlagen anpassen müssen.

Kriterien für die Priorisierung: An erster Stelle stehen die Bedürfnisse der Öffentlichkeit nach spannungsfreien, bereinigten AV-Daten als Grundlage für die Erstellung EDV-gestützter Kataster. Dies kann beispielsweise der Entscheid sein, einen digitalen Leitungskataster zu erstellen. Aus Sicht des Kantons wird aber auch das Verhältnis von Aufwand und Wirkung gewichtet. Auch die Bereitschaft der GesuchstellerInnen zu ausserordentlichen Beitragsleistungen kann beschleunigend wirken.

In diesen Kostenangaben ist der Nachbearbeitungsaufwand in den von der AV abhängigen Datensätzen nicht enthalten. Er ist allerdings sehr schwer abschätzbar, da dort allenfalls Normen, projektbezogene oder sogar momentane Genauigkeitsbedürfnisse einzuhalten sind, die einen Entscheidungsspielraum offen lassen, nicht aber gesetzlich vorgegebene Qualitätsanforderungen wie in der AV.

2. BEDÜRFNISSE UND DRINGLICHKEIT

2.1. BEDÜRFNISSE

2.1.1. Die Daten der AV als Grundlage für andere Datensätze

Lage und Höhe von Objekten werden heute meist mittels Koordinaten im System der schweizerischen Landesvermessung angegeben. Dies wird durch satellitengestützte Vermessungen mit dem Global Positioning System GPS unterstützt, einer benutzerfreundlichen Messmethode, die unmittelbar absolute, Zentimeter genaue Lageangaben liefert.

Früher – und teilweise auch heute noch – wurden Vermessungen auf räumliche Bezugselemente wie Gebäude, Grundstücksgrenzen oder Fixpunkte abgestützt. Diese Lokalisierungen sind somit relativ und ihre Qualität hängt direkt von der Bestimmungsqualität der Bezugselemente ab. Beispiele: Nutzungsplanung, baupolizeiliche Bewilligungen, Leitungskataster. Die Folgen ungenauer AV - Daten reichen von nachbarlichen Streitigkeiten bis zu volkswirtschaftlich unsinnigen Mehrkosten infolge Planungskorrekturen, zusätzlichem Grabungsaufwand, Bauverzögerungen oder der Anpassung umfangreicher Datensätze. Im Grunde genommen ist die amtliche Vermessung allgegenwärtig, da sie bis anhin für alle Sachdaten den Raumbezug im cm – Bereich (Genauigkeit wenige cm) vermittelte.

Ausgehend von der Landes - Triangulation wurden als Grundlage der amtlichen Vermessung und des Grundbuchplans kantonale Lagefixpunkte und kommunale Polygonpunkte festgelegt. Sie dienten als Aufnahmestationen zur Einmessung der Gebäude-, Grenz- und Kulturgrenzpunkte mittels Winkeln und Distanzen. Die heutigen Lageangaben der Detailpunkte sind somit aus den weitgehend manuell gerechneten Polygon- bzw. Lagefixpunktkoordinaten abgeleitet. Widersprüche und Ungenauigkeiten im Lagefixpunktnetz übertragen sich direkt in die Koordinaten der Detailpunkte. Genau besehen handelt es sich also um „relative“ Koordinaten. Die satellitengestützte Vermessung legt nun diese Differenzen offen und führt zu Widersprüchen, wenn deren „absolute“ Koordinaten nicht in die lokale Umgebung eingepasst und damit verfälscht werden. Vgl. bei 1.2. den Abschnitt Spannungsfreie Koordinaten.

2.1.2. Zugang und Verbindlichkeit der AV-Daten

AV-Daten müssen konsistent und über eine zentrale Anlaufstelle erhältlich sein und Informationen über die Rechtswirkung, Qualität und Aktualität (Mindest-Datenmodell) enthalten:

- **Rechtswirkung:** Für die Objekte sollte ersichtlich sein, ob deren Abbildung im Datensatz einen rechtswirksamen, projektierten oder in Revision stehenden Zustand darstellt, ebenso sollten Beginn und Dauer der Rechtswirkung ersichtlich sein.
- **Qualität:** Für jedes Objekt muss die Genauigkeit, die Zuverlässigkeit und die Konsistenz ersichtlich sein sowie die Art der Koordinatenbestimmung (Digitalisierung, Berechnung, Konstruktion, GPS). Die Anzahl Dezimalstellen der Koordinaten sollte von deren Genauigkeit abhängig sein: Dezimeter – genaue Daten sollten nicht auf Millimeter angegeben werden
- **Aktualität:** Für jedes Objekt muss der Zeitpunkt der Erhebung bzw. der Veränderungen ersichtlich sein.

2.1.3. Spannungsfreiheit und Widerspruchsfreiheit der AV, absolute Lageangaben

Unabhängig von der gewählten Vermessungsmethode (satellitengestützte oder terrestrische Vermessungen) müssen die AV-Objekte im Rahmen der Genauigkeitsanforderungen eindeutig bestimmt werden können. Datensätze aus verschiedenen Quellen müssen widerspruchsfrei zusammenpassen: **Die BenutzerInnen müssen die gesuchten Objekte nach den Genauigkeitsanforderungen der TVAV dort auffinden, wo die Koordinaten der AV dies angeben.**

Die BenutzerInnen der AV wollen zwischen den Angaben der AV und ihren Eigenerhebungen keine Nachbarwidersprüche feststellen, die sie mit kleinräumigen Interpolationen bzw. Einpassungen ausgleichen müssen. Die für die Einpassung notwendigen Lagefixpunkte fehlen nämlich meist gerade dann, wenn sie am dringendsten gebraucht würden, beispielsweise während der Bautätigkeit, wenn sie durch Leitungsbau oder Umgebungsarbeiten entfernt wurden.

Die BenutzerInnen der AV wollen sich nicht mit Abklärungen über Widersprüche befassen, die aus Beschädigungen durch Dritte oder Zwängen herrühren. Die Erhebungsergebnisse sollen nicht von der Wahl des Anschlusspunktes abhängig sein, sondern es sollen absolute Bestimmungsmethoden genutzt werden können, und trotzdem sollen die relativen Bezüge gewährleistet bleiben.

Die in der AV verfügbaren Koordinaten erfüllen heute diese Anforderungen mit einigen Ausnahmen nur im engsten Nachbarbereich; sie sind noch nicht spannungsfrei.

2.1.4. Schnelle und flächendeckende Verfügbarkeit der Daten

Die Erneuerung der AV-Daten sollte möglichst vor deren Verwendung in weiteren Datensätzen wie Zonenplänen und Leitungskatastern erfolgen, um nachträgliche Anpassungen infolge Bereinigung der AV zu vermeiden. Die Priorität für die Erneuerung liegt dort, wo die Häufigkeit der Anwendungen und die Dichte der Regelungen und Anforderungen am höchsten ist: im Baugebiet und in Bauentwicklungsgebieten.

Parallel dazu soll die kantonsweite Verfügbarkeit digitaler Daten über die Liegenschaften auch im Landwirtschaftsgebiet erreicht werden. Deshalb stehen dort zwei Projekte im Vordergrund:

- Projekt Digitale Plangrundlagen ab 2002, aus Zeitgründen realisiert mittels der Provisorischen Numerisierung (PN), bei entsprechender Kostenübernahme im Sinne definitiver Lösungen auch durch reguläre Erneuerung: Weil im Landwirtschaftsgebiet kaum Mutationen anfallen und damit rechtsverbindliche Koordinaten selten gebraucht werden (Zerstückerungsverbot gemäss Landwirtschaftsgesetzgebung, nach Güterzusammenlegungen und Arrondierung) können die bestehenden Grundbuchpläne vorerst durch Digitalisierung abgelöst werden. Allerdings sind diese Daten nicht rechtskräftig; bei Feldarbeiten ist bis zur Durchführung einer Katastererneuerung immer auf die originären Messdaten zurückzugreifen (TVAV Art. 106 und 108). Zudem verlangt der Bund als Oberaufsicht und wichtiger Kostenträger, nur Verfahren anzuwenden, welche mindestens das vorhandene Qualitätsniveau und die Einhaltung der TVAV auch für alle umzuarbeitenden Ebenen gewährleisten. Dies ist bei Vermessungen ab Stufe Teilnumerik zu beachten.
- Projekt Landwirtschaftliche Nutzflächen (LWN) des Bundes ab 2002: Aktualisierung der Ebene Bodenbedeckung als Grundlage für landwirtschaftliche Flächenbeiträge, mindestens Provisorische Numerisierung der übrigen Ebenen.

2.1.5. Qualitätsanforderungen an die Daten

Massgebend sind die Anforderungen verschiedener Genauigkeitsstufen, im Bereich der amtlichen Vermessung für alle rechtswirksamen Daten ergänzt um die Zuverlässigkeitsanforderungen. Oft werden Rechtswirkungen auch auf AV-Daten ohne Zuverlässigkeitsgarantie aufgebaut: Zum Beispiel werden Baulinien oder Festlegungen der Nutzungsplanung bezüglich bestehenden Bauten definiert. Dies zwingt die amtliche Vermessung, auch diese Daten in adäquater Form anzubieten und zu qualifizieren.

Genauigkeitsanforderungen mm bis cm (Bauvermessung)

Dieser Qualitätsbereich wird nur innerhalb einzelner Bauwerke oder Untersuchungen (z.B. Tektonik) gefordert und wird mit lokalen Netzen abgedeckt, er wird nie flächendeckend grossräumig benötigt und kann deshalb für die weiteren Betrachtungen ausser Acht bleiben.

Genauigkeitsanforderungen wie AV-Ebene Liegenschaften im Baugebiet

Zuverlässigkeitsanforderungen wie Ebene Liegenschaften:

- Rechtskataster der amtlichen Vermessung, Nachführung AV93-konform
- Rechtskataster ausserhalb der amtlichen Vermessung (vgl. Kataster 2014):
Rechtliche Festlegungen der Nutzungsplanung: Planungs- und Bau Gesetz §§ 31, 120, 127
Strassengesetz § 84, Wasserbaugesetz § 4 usw.
- Bauwesen: Baupolizei (Baubewilligungsverfahren, Baukontrolle, Nachbarrecht), Bauvermessung: Hier ist die Forderung nach Zuverlässigkeit nicht durch das Gesetz, sondern durch entstehende Schäden (an Leitungen, durch Verzögerungen, Korrekturen, Anpassungen, Streitigkeiten) gegeben.

Zuverlässigkeit individuell geregelt: übrige Anwendungen aus Kataster 2014:

- Leitungskataster hoher Genauigkeit in dicht überbauten Gebieten mit hoher Leitungsdichte und mit Einmessungen auf die Elemente der Bodenbedeckung. SIA GEO 405, Absatz 4.23.3: fordert ± 10 cm, TVAV Art. 31 teilweise sogar Grenzpunktgenauigkeit. Wurden Gebäudeecken für Einmessungen verwendet, so bedeutet dies für deren Lagegenauigkeit, dass sie eine Stufe genauer sein sollte, also $\pm 5\text{--}8$ cm einhalten müsste. Werden nun Erhebungen mit GPS im cm-Bereich gemacht, und die Vermessungsgrundlage stimmt absolut nur auf den Dezimeter, werden entsprechend störende Differenzen zur AV spürbar.

Genauigkeitsanforderungen wie AV-Ebene Liegenschaften im Landwirtschaftsgebiet

Zuverlässigkeitsanforderungen wie Ebene Liegenschaften:

- Nachführung AV, weitere Rechtsanwendungen

Zuverlässigkeit individuell geregelt: übrige Anwendungen, Kataster 2014:

- Hoch- und Tiefbau, Leitungskataster

2.1.6. Qualitätssicherung in der Datenverwaltung

Die Qualität der AV-Datensätze gemäss TVAV muss gesichert sein. Die BenutzerInnen wollen klar fassbare und verantwortliche AnsprechpartnerInnen, die die Produkthaftung glaubwürdig wahrnehmen können, besonders bei rechtswirksamen Daten. Dies gilt auch für Daten beschreibenden Inhalts, da diese oft Bezugselemente für den Aufbau von Leitungskatastern und in der

Konzept für die Erneuerung der AV

Nutzungsplanung von rechtverbindlichen Daten sind. Diese nachgeordneten Datenbestände stellen in ihrem Wert und ihrem Umfang nach meist ein Vielfaches der Daten der amtlichen Vermessung dar. Die Produkthaftung wird mit einer Ausweitung des Datenangebots an Gewicht zunehmen.

Die verwendete Infrastruktur muss einen zuverlässigen, problemlosen und kostengünstigen Datenaustausch und die einfache Herstellung von Auszügen und Auswertungen erlauben. Konsistenz und Darstellung des Gültigkeitsstandes (u.a. Mutationsverwaltung) müssen gewährleistet sein.

2.1.7. Bedürfnisabklärungen bei den Benützern

Im Rahmen von Umfragen und Vernehmlassungen formulieren BenutzerInnen ausserhalb der AV gelegentlich ihre Bedürfnisse. Diese Aussagen sind zwar unerlässlich, beschränken sich jedoch jeweils auf die aktuellen Aufgabenstellungen. Die meisten Rationalisierungseffekte bei den AnwenderInnen werden zudem erst nach Einführung der von der AV bereitgestellten Möglichkeiten erkennbar. Das anzustrebende Qualitätsniveau darf deshalb nicht nur auf solche Umfragen abgestützt werden. Die amtliche Vermessung muss darüber hinaus diese zukünftigen Entwicklungen abschätzen, einbeziehen und muss das Potential neuer Methoden bei Dritten berücksichtigen.

2.2. DRINGLICHKEIT UND ERNEUERUNGSBEDARF

2.2.1. Dringlichkeit der Erneuerung, Folgen, Provisorische Numerisierung

Unterhaltsaufwand:

Für die Ermittlung des Unterhaltsaufwandes sind wesentlich die Erstellungskosten und die feststellbare und zu erwartende Abnutzung. Der Wert der Vermessungswerke leitet sich ab aus den Kosten für eine Neuerstellung der Vermarkung und Parzellarvermessung von heute etwa 170 Mio Fr. Werden nur 2 % und nur in für den Unterhalt eingesetzt, so entspricht dies bereits jährlichen Kosten von 3 ½ Mio. Fr. Ein Teil davon wird mit der laufenden Nachführung erbracht, der Rest ist in Einzeloperaten zu leisten.

Erneuerungsbedarf:

Das Bedürfnis nach Erneuerung ergibt sich aus den festgestellten Schäden und den neuen Bedürfnissen nach rechtsverbindlichen, digitalen Daten und nach Nutzung der neuen absoluten Methoden der Lagebestimmung. Das zwanzigste Jahrhundert ist an der 1914 begonnen Vermessung nicht spurlos vorübergegangen, einige Einflüsse sind im Abschnitt 4.3.1. erwähnt. Unterhalt und Ersatz verschlissener Teile sind auch ohne digitale Zukunft und ohne GPS unumgänglich zur Werterhaltung. Werden diese Schäden nicht behoben, übertragen sie sich in die Daten der BenutzerInnen und verursachen dort zusehends spürbaren Mehraufwand: Alle Datensätze der BenutzerInnen können nicht besser sein als die zu Grunde liegende AV, auf der sie aufgebaut sind. Wird dieses Fundament erst nach der Erstellung des Daten-Überbaus von seinen Spannungen bereinigt, so entsteht dort Anpassungsaufwand, der umso grösser ausfallen wird, je intensiver die Daten mit der AV verknüpft sind und je tiefgreifender die Änderungen am Fundament ausfallen. Dabei enthält z.B. ein Leitungskataster ein Vielfaches an Daten wie die AV.

Eine Erneuerung der herkömmlichen Vermessungen einerseits und deren Überführung in spannungsfreie Datensätze löst im Grunde genommen die traditionell nachbarbezogenen Feldaufnah-

Konzept für die Erneuerung der AV

men von ihrer Fixpunktgrundlage und überführt sie in Lageangaben, die (mit GPS) auf das World Geodetic System (WGS) bezogen sind. Schlussendlich ist jeder Grenzpunkt, jede Gebäudeecke nicht mehr auf Fixpunkte bezogen, sondern auf Satelliten, die Lage ist eindeutig und definitiv im WGS definiert und kann auch jederzeit ohne Fixpunktgrundlage lagetreu rekonstruiert werden.

Wird hingegen heute GPS ohne Bereinigung der AV eingesetzt, so werden dauernd Widersprüche zwischen den erhobenen Daten und der AV eingebaut, die Qualität verschlechtert sich zusehends. Es sollten deshalb mindestens auf der Qualitätsstufe der Grenzpunkte und Bauten im Baugebiet möglichst bald definitive, spannungsfreie AV-Datensätze bereitstehen.

Provisorische Numerisierung (Begründung vgl. 4.1.3.):

Bei dieser Numerisierungsmethode handelt es sich lediglich um eine vorläufige, kurzfristige Massnahme zur Befriedigung der dringendsten Bedürfnisse nach Daten im Sinne einer Erhaltung und Ablösung der alten Grundbuchpläne. Der Nutzen in der amtlichen Vermessung ist aber begrenzt:

- Widersprüche in Messungen und Berechnungen oder Kartierungsfehler wie auch die Spannungen und Beschädigungen des Fixpunktnetzes werden nicht bereinigt, die erhobenen Kontrollmasse bleiben unberücksichtigt, GPS - Tauglichkeit wird nicht wirklich erreicht. Die laufende Nachführung stützt sich weiterhin auf ein zunehmend fehler- und schadhaftes Fixpunktnetz und baut diese Fehler auch laufend in alle neue entstehenden Daten ein.
- Die Rechtskraft bleibt weiterhin beim alten, massstababhängigen, verzugsbehafteten Plan (Vergrösserungen sind unzulässig TVAV Art. 91 Abs. 3, da ja die provisorisch numerisierten Daten nicht mehr Informationen enthalten können als der digitalisierte Plan. Rechtskräftige Daten können also nicht darauf aufgebaut werden.
- Digitalisierte Koordinaten sind somit für die amtliche Vermessung wenig nutzbar bis hinderlich (Gebäudenachführung!) und für alle Bedürfnisse des numerischen Rechtskatasters unbrauchbar. Sie sind in der Ebene Liegenschaften nicht zugelassen (TVAV Art. 106-108). Für Feldarbeiten sind nach wie vor die Feldaufnahmen zu verwenden. Nach TVAV Art.90, VAV Art. 56 Abs. 3 und Art. 51 Abs. 2 sind Provisorische Numerisierungen durch eine Erneuerung zu ersetzen. Erneuerungsmassnahmen werden deshalb lediglich aufgeschoben, der Anpassungsaufwand in den von der amtlichen Vermessung abhängigen Datensätzen wird vergrössert.
- Für jeden planerischen oder baurechtlichen Entscheid sind die Koordinaten lokal zu rechnen und doch für die weitere Zukunft infolge der darin enthaltenen Spannungen nicht definitiv.
- Der ganze in der laufenden Nachführung (kantonsweit über 4 Mio. Fr. pro Jahr) betriebene Aufwand für Koordinatenberechnungen verpufft in Widersprüchen aus den vorhandenen, provisorischen Daten. Die im verwendeten Fixpunktnetz verborgenen Spannungen und Widersprüche übertragen sich fortlaufend auf die neuen, teuer erarbeiteten Daten.
- **Wertung** der obigen Aussagen: Grundsätzlich treffen sie zu, störend sind sie besonders im Baugebiet. Zur Beurteilung *vorhandener* Daten sind im konkreten Fall aber genauere Abklärungen im Sinne von Kapitel 5.4.2. angebracht, um nicht übersetzte Massnahmen mit unnötigen Kostenfolgen zu ergreifen. Ziel ist immer nur, den Bedürfnissen der TVAV und jenen der BenutzerInnen gerecht zu werden. Formell mag die TVAV dabei nicht eingehalten sein, materiell können die Daten dennoch genügen ausser z.B. bei knappen Gebäudeabständen, bei Zwischen- oder Anbauten, bei komplizierteren Konstruktionen rückwärtiger Ecken, bei Verwendung als Bezugspunkte in der Nutzungsplanung und in genauen Leitungskatastern. In solchen Fällen ist es wohl wirtschaftlicher, die bestehenden Daten auf die neue Fixpunkt/Grenzpunktgrundlage zu interpolieren und im Bedarfsfall die benötigten Gebäudeecken zu rechnen oder auf dem Lokal direkt zu erheben, als den ganzen Datenbestand neu zu berechnen. Eine Fixpunkterneuerung und anschliessende Interpolation der Daten vermag somit in manchen Fällen AV93-Konformität zu erreichen. Sicher ist die Provisorische Numerisierung geeignet für alle nicht exakt definierten Kulturgrenzen wie Waldränder und Feldwege, aber auch bei Eigentumsgrenzen in Bachmitte oder entlang Felsbändern.

Konzept für die Erneuerung der AV

- Bei zukünftigen Arbeiten kann die Provisorische Numerisierung keine Alternative zur Katastererneuerung sein, höchstens, wie im Projekt PN ÜG, eine kurzfristige Übergangsmassnahme, allerdings – ohne vorausgehende Fixpunktbereinigung – sicher keine definitive Lösung, auch im Hinblick auf die laufende Nachführung. Und: Immer mit gesamthaft erhöhten Kosten.

2.2.2. Erneuerungsbedarf im Baugebiet

Die Lageangaben der amtlichen Vermessung müssen mit den Lageangaben absoluter Bestimmungsmethoden zur Überreinstimmung gebracht werden. Technisch bedeutet dies die Einpassung der Feldaufnahmen auf satellitengestützte Koordinaten und damit den Übergang von relativen zu absoluten Lageangaben.

Alle bisherigen Erhebungen basieren auf den LFP oder auf Elementen, die sich ihrerseits auf die LFP abstützen. Bei der Aufarbeitung von Feldaufnahmen innerhalb und ausserhalb der AV muss die tatsächliche Lage der Bezugselemente (LFP, z.B. aufgehobene Details der AV,) bekannt sein, um zutreffende Lageangaben für die darauf eingemessenen Elemente wie Grenzpunkte, Gebäude oder Leitungskatasterpunkte zu erhalten. Priorität für die Erneuerung haben die Bau- und Bauentwicklungsgebiete, weil hier die Häufigkeit der Anwendungen und die Dichte der Regelungen und Anforderungen am höchsten sind. Die gesellschaftlichen, finanziellen und technischen Bedürfnisse sind massgebend für die anzubietende Qualität und Aktualität der AV-Daten. Die kleinsten Einheiten für Erneuerungen sind zusammenhängende Baugebiete.

Lagefixpunkte (LFP) bleiben auch dann eine unverzichtbare Bezugsgrundlage, wenn sie spannungsbereinigt sind, ja sie erhalten oft gerade dadurch ihre Berechtigung zum weiteren Bestand:

- Nicht alle AnwenderInnen benützen heute schon GPS, Vieles wird noch polar erhoben oder ist noch nicht korrekt numerisch umgearbeitet (z.B. Leitungskataster), so dass neue Feldaufnahmen, Rekonstruktionen und Absteckungen sich auf vorhandene LFP abstützen müssen. Allerdings dürfen diese Erhebungen keine Widersprüche zu absoluten Lagebestimmungen ergeben. Dies bedeutet, dass solche Feldaufnahmen nur von spannungsbefreiten LFP aus vorgenommen werden dürfen, damit nicht neue Spannungen in die Datensätze eingetragen werden.
- Zudem ist besonders in Baugebieten teilweise mit unzureichendem Satellitenempfang zu rechnen. Dann muss auf die konventionellen Methoden terrestrischer Stationierung zurückgegriffen werden, was zwar erleichtert ist durch Freie Stationierungen in GPS. Allerdings sind diese Stationen nur dann widerspruchsfrei zur Umgebung, falls auch diese entsprechend erneuert ist.
- Auch die AV stützt sich nach wie vor auf die vorhandenen LFP: In nicht erneuerten Gebieten vermitteln sie den Nachweis der Qualität und den Erhalt der Nachbargenauigkeit, bei Rekonstruktionen in provisorisch numerisierten Gebieten sind sie nach TVAV unerlässlich. Auf die Bedeutung und die Dringlichkeit der Erneuerung der Lagefixpunktnetze und das Vorgehen weisen neben der TVAV Art. 21 Abs. 2 von 1993 auch verschiedene Äusserungen der eidg. Vermessungsdirektion und der Fachhochschule beider Basel hin (Nachbargenauigkeit zwischen LFP3 im Baugebiet 2 cm auch bei Anwendung absoluter Methoden).

2.2.3. Erneuerungsbedarf im Landwirtschaftsgebiet

Auch im Landwirtschaftsgebiet sind die Bedürfnisse des Rechtskatasters, der Raumplanung, des Bauwesens und der Baupolizei nach den Vorschriften der TVAV zu berücksichtigen. Grundsätzlich müssen deshalb im „Endausbau“ Grenzen aus rechtlicher und Gebäude aus Benutzer-Sicht in gerechneter Form (AV93-konform) vorliegen. Trotz den tieferen Anforderungen und der geringe-

Konzept für die Erneuerung der AV

ren Häufigkeit sind zwar vereinfachte Methoden denkbar, die Nachführbarkeit und Aktualität sind aber zu gewährleisten.

Als vorübergehende Massnahme bietet sich gemäss der „Strategie für die Amtliche Vermessung“ des Bundes alternativ zu Numerisierungen und je nach Dringlichkeit der Bedürfnisse und des Nutzens allenfalls auch die automatische Vektorisierung des Übersichtsplanes oder die Landeskartenbasierte Bezugsgrundlage Vektor 25 an. Diese Produkte befriedigen aber bezüglich der Ebene Liegenschaften und Bodenbedeckung (Bauten, Baupolizei) nicht; im Prinzip handelt es sich nur noch um grafische Darstellungsmittel. Sie fallen daher ausser Betracht.

Aus Kosten- und Zeitgründen und weil im Landwirtschaftsgebiet kaum Mutationen anfallen (Zerstückelungsverbot gemäss Landwirtschaftsgesetzgebung, Güterzusammenlegungen, Arrondierung, Strassenbau als Kostenträger bei Veränderungen, baupolizeiliche Grenz- und Gebäudeabstände lokal festgelegt) ist hier das Verfahren der Provisorischen Numerisierung gegeben. Allerdings sind die Daten eines derart numerisierten Werkes nicht rechtskräftig; es ist immer auf die originären Messdaten zurückzugreifen (TVAV Art. 106 und 108). Eine Katastererneuerung ist in einem späteren Zeitpunkt durchzuführen (sofern nicht eine Änderung der Rechtsgrundlagen erfolgt; vgl. Kap. 4. Erneuerung Lagefixpunkte, Landwirtschaftsgebiet).

Im Projekt „Landwirtschaftliche Nutzflächen“ (LWN) des Bundes soll ab 2002 die Ebene Bodenbedeckung mittels grossflächiger Verfahren für die Neuerhebung und Numerisierung aktualisiert werden. Da in den betroffenen Gemeinden von diesem Projekt nicht alle Pläne erfasst werden, ist das Projekt durch Numerisierungen gemäss dem Projekt „Digitale Plangrundlagen“ zu ergänzen (bei halbgrafischen Grundlagen Ebene Liegenschaften ab den rechtsgültigen Plänen, übrige Ebenen auf der Basis der Auswertungen aus LWN; bei teilnumerischen Grundlagen Fixpunktüberprüfung und Berechnung der exakt definierten Punkte aus den Feldaufnahmen); diese weitergehenden Arbeiten sind aber mit Vermessungskrediten zu finanzieren.

Aktualisierung: Wie im Baugebiet ist auch hier die Nutzungsdichte massgebend für die Nachführungshäufigkeit. Deshalb wird im intensiv genutzten Teil (Toleranzstufe 3) die laufende Nachführung im Vordergrund stehen, in extensiv genutzten Gebieten hingegen die periodische Nachführung. Gebiete mit langfristig zu erwartender Bauentwicklung sind wie Bauzonen zu behandeln.

2.3. NUTZEN DER ERNEUERUNG

2.3.1. Genereller Nutzen der amtlichen Vermessung

Die weitverbreitete Nutzung der amtlichen Vermessung wurde bereits im Abschnitt 2.1.1. kurz dargestellt. Das ZGB verlangt seit 1911, die Rechtssicherheit im Grundstückswesen durch das Grundbuch, abgestützt auf amtliche Vermessungen, zu gewährleisten. Damit verringert sich der Abklärungs- und Rückversicherungsaufwand vor einem Grundstückskauf, Prozesse infolge nicht dargestellter Rechte oder Lasten werden vermieden (öffentliche Urkunden als Grundlage), das Verfahren beim Eigentumsübergang wird vereinfacht und die Sicherheit bei der Hypothekierung ist maximal (grundpfandgesicherte Hypothekarkredite im Kanton Luzern ca. 27 Mrd. Fr.).

Bei weit über 10'000 Handänderungen pro Jahr und einem eingesparten Abklärungsaufwand von zwei Tagen entspricht dies einem volkswirtschaftlichen Gewinn von mindestens 20 Mio. Fr. (ohne Prozesse). Zusätzlich bringen die GrundeigentümerInnen noch gegen 45 Mio. Fr. an Handänderungs- und Grundstückgewinnsteuern auf.

Auch in den Belangen der Baupolizei und des Baubewilligungsverfahrens, des Nachbarrechts, der Nutzungsplanung (Zonenpläne, geordnete Entwicklung), der öffentlichrechtlichen Eigentumsbeschränkungen, für Leitungskataster, bei der Einmessung von Verkehrsunfällen, ja ganz allgemein bei der geordneten Abwicklung unseres nachbarlichen Zusammenlebens usw. liefert die amtliche

Konzept für die Erneuerung der AV

Vermessung und deren zuverlässige Aktualisierung anerkannte und zweifelsfreie Entscheidungs- und Bezugsgrundlagen.

2.3.2. Wirtschaftlichkeit der Erneuerung

Verfügbare Berichte

1. Bereits im Vorfeld des **Projekts Reform amtliche Vermessung** (RAV), die in das jetzt zu realisierende Projekt AV93 ausmündete, wurde dessen Wirtschaftlichkeit nachgewiesen (interner Schlussbericht Basler&Hofmann, 1986):

- Möglichst vollständiges Datenangebot: Umfassende Datenbanksysteme (neben der AV auch Raumplanung, Leitungskataster usw.) mit Funktionen zu Verknüpfungen mit andern Daten, Abfragen, Auswertungen, Verschneidungen, Überlagerung, zusammengefasst als weitergehende raumbezogene Informationssysteme, heute als GIS bezeichnet (LU: Zentraldatensatz).
- Rechtssicherheit, Qualität: Der Alterungsprozess wird aufgehalten, Neuvermessungen werden vermieden, ehemalige Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Erstvermessung wird wiederhergestellt als Basis für den Aufbau weiterer Datensätze.
- Nutzbarkeit: EDV-Verfügbarkeit des gesamten Planinhalts und der Register, Arbeitseinsparungen bei den Benützern durch zweifelsfreie Grundlagen, Einsparungen bei den Ressourcen durch automatisierbare und rationellere Abläufe.

2. Auch der **Schlussbericht "Finanzierungsmodell für die Reform der amtlichen Vermessung"** der Arbeitsgruppe „Finanzierung RAV“, erstellt unter der Leitung von Prof. Dr. Ernst Buschor durch das Institut für Finanzwirtschaft und Finanzrecht an der Hochschule St. Gallen („Bericht Buschor“) betont die Rentabilität (November 1990). Zu beachten ist noch, dass die dort angenommenen Gesamtkosten verglichen mit dem Preisniveau heutiger Methoden mehr als zwei mal zu hoch angesetzt waren. Als Nutzen werden noch zusätzlich ausgewiesen:

- Einsparungen im Bauwesen von gesamtschweizerisch mindestens 35 Mio. Fr. pro Jahr.
- Vermeidung von Doppelspurigkeiten bei der Datenerhebung durch Basierung auf einer einheitlichen, Zentimeter genauen Bezugsgrundlage (Scharnierfunktion der AV und GPS).

3. Den besonderen **„Nutzen und das Einsparungspotenzial von Geostandards“** belegt der Bericht des Bundesamtes für Landestopographie Nr. 17 d vom Februar 2001.

4. Auch im Bericht **„Konsequenzen der neuen Landesvermessung LV95 für die raumbezogenen Daten“**, verabschiedet am 31.3.1998 durch den Projektausschuss unter Leitung der eidg. Vermessungsdirektion, wird in den Kapiteln 2.2. und 2.3. einerseits der breite Kreis der von Raumdaten Betroffenen erwähnt. Nach Kap. 2.3.6. ist andererseits „der Spareffekt (durch die möglichen Erleichterungen, Vereinfachungen und Kosteneinsparungen) für die Benutzer von der Qualität der bestehenden amtlichen Vermessung abhängig“.Werterhalt

Sicherung der Investitionen

Wie in den Abschnitten 2.2.1. und 4.3.1. gezeigt, bedarf das 170-Mio.-Werk dringend grundlegender Unterhalts- und Sanierungsanstrengungen, einerseits um seinen Wert zu erhalten, andererseits um es in einen Zustand zu überführen, der eine weitere Alterung nicht nur im Planmaterial sondern auch in den Feldaufnahmen und den Daten ausschliesst. Der direkteste Weg hiezu ist, es für die modernen, absoluten Methoden der Lagebestimmung und der elektronischen Nutzung tauglich zu machen. Ein im interkantonalen Vergleich tiefer Satz von 1.5 % des kantonalen Bruttoinlandsprodukts pro Jahr oder 2.5 Mio. Fr würden zusammen mit dem Bundesbeitrag von 1 Mio. Fr. als Investition genügen, um innert 9 Jahren den Standard AV93/spannungsfrei zu erreichen.

2.3.3. Einsparungen

Dem jetzt anfallenden Bereinigungsaufwand für die Erneuerungen stehen die dadurch erzielbaren Einsparungen gegenüber.

Nachführung der AV

Infolge Vereinfachung der Nachführungsarbeiten reduzieren sich die Tarifpositionen: Weitgehender Verzicht auf Lagefixpunkte, viele Rekonstruktionen werden überflüssig. Bei jährlichen Nachführungskosten von etwa 4.5 Mio. Fr. exkl. MWSt. sind für die BenutzerInnen der AV Einsparungen möglich von etwa 15-20% aus dem Fixpunktanteil und bei den Rekonstruktionen: Mit spannungsbefreiten Daten befreit man sich auch vom Zwang des dauernden Unterhalts der Vermessung (z.B. bei Strassensanierungen), da nach der spannungsfreien Erneuerung jeder Punkt mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern innert Minuten rekonstruiert werden kann, allein mit Hilfe der 200 kantonalen Hauptpunkte und GPS. Andererseits schöpft der Kanton aus der Gebühr auf die Nachführungsarbeiten von 15% heute jährlich etwa 0.6, zukünftig etwa 0.7 Mio Fr. ab. Das bedeutet, dass der gesamte Kantonsanteil von etwa 12 Mio. Fr. für die Erneuerung und Homogenisierung der Baugebiete innerhalb von neun Jahren amortisiert ist durch direkte Abgaben plus die volkswirtschaftlich ebenfalls wirksamen Einsparungen der AuftraggeberInnen der AV, offen ist noch das selten von Mutationen erfasste und wenig dringliche Landwirtschaftsgebiet.

BenutzerInnen ausserhalb der AV

Wohl noch schwerer wiegen aber die möglichen Einsparungen bei allen BenutzerInnen, wenn sie bei ihren Vermessungsarbeiten nicht weiterhin laufend lokale Einpassungen vornehmen müssen, anstatt sich rasch und einfach auf die „Fixpunkte am Himmel“ verlassen zu können. Zusätzlich entfällt der Kontroll- und Mehraufwand für das Freilegen oder die Wiederherstellung von Anschlusspunkten der amtlichen Vermessung.

Die erhöhte Zuverlässigkeit und Genauigkeit in den Lageangaben wirkt sich direkt in Arbeitserleichterungen bei der Anwendung der Zonenpläne, bei der Lokalisierung von Leitungen, in der Projektierung und in der Verwendung des Datenangebots aus.

2.3.4. Schaden bei heutigem Verzicht

Spätere Anpassungskosten

Stellt man andererseits die Massnahmen jetzt zurück, so entstehen in allen von der amtlichen Vermessung abhängigen Datensätzen später erhebliche Anpassungskosten, wenn die Erneuerung der AV dann doch noch durchgeführt werden muss. Diese Kosten sind umso schmerzhafter, je höher der Bodenwert ist, je häufiger Nachführungsarbeiten anfallen und je intensiver die Daten in andern Bereichen genutzt werden. Der dazumalige Kostenumfang schwankt natürlich je nach dem verwendeten CAD-System. Immerhin sind im Baugebiet die von der AV abhängigen Datenbestände, z.B. Leitungskataster, gesamthaft um zweistellige Faktoren umfangreicher als jene der AV, entsprechend kostspielig sind die Anpassungsarbeiten. Beispiel: Leitungskataster, deren Einmessungen aufgrund spannungsbehafteter Gebäudekoordinaten der AV aufgearbeitet wurden: Je nach Erhebungsmethode (Bogenschnitte, Fassadenverlängerungen) können unsichere Koordinaten der Leitungen resultieren. und – nach Erneuerung der AV – zu Korrekturen an den Koordinaten der Leitungspunkte. Ein anderes Beispiel sind Zonenpläne, die auf digitalisierten, also nicht rechtskräftigen Koordinaten aufgebaut sind.

Schäden und Mehraufwand

Ungenauere Lagebestimmungen im Feld und in den Daten führen schon heute oft zu Unsicherheiten und damit zu unnötigem Bearbeitungsaufwand bei der Nachführung der Datensätze. Dazu kommen z.B. im Leitungsbereich erhöhter Lokalisierungs- oder sogar Grabungsaufwand (Such-

Konzept für die Erneuerung der AV

schlitze, Handaushub als Vorsichtsmaßnahme, Korrekturen) oder sogar Unfälle, z.B. bei Elektrokabeln oder Wasserleitungen. Dabei ist nicht zu vergessen, dass die Bevölkerung und die Ansprüche wachsen, und dass verdichtete Nutzung in heute unbelasteten Gebieten auf allen Stufen zu erhöhten Genauigkeitsbedürfnissen führen wird. Diese sind schon heute zu berücksichtigen, da die entsprechenden Daten allen zukünftigen Entwicklungen zugrunde liegen werden.

Dies ist auch der Sinn z.B. der SIA-Norm 405 Geoinformationen zu unterirdischen Leitungen, in denen eine Lagegenauigkeit von ± 10 cm gefordert wird.

2.3.5. EDV-Grundbuch

Selbstverständlich kann das Grundbuch auch ohne Erneuerung der amtlichen Vermessung auf elektronische Verwaltung umgestellt werden, d.h. noch auf Basis der grafisch ermittelten Flächen. Allerdings entwickelt der angestrebte Online-Verkehr zwischen Grundbuchamt und Nachfüh-rungsgeometern nur auf Basis einer rechtskräftigen, elektronischen amtlichen Vermessung ihren vollen Nutzen, da nur so auch die anspruchsvollen - und meist kostenintensiven - Fälle rationell, d.h. ohne Nachbearbeitung abgedeckt sind.

3. ZIELSETZUNGEN

3.1. ZENTRALES DATENANGEBOT

Der Kanton bietet einen Raumdatensatz an, der mindestens alle AV-Daten enthält. Die Daten aller AV-Ebenen müssen als rechtskräftige Grundlage weiterer Datensätze dienen können.

Der kantonale Datensatz erfüllt folgende Bedingungen:

- leicht zugänglich
- zentral verfügbar
- rechtsverbindlich
- aktualisiert
- konsistent
- einheitlich in INTERLIS beschrieben und einheitlich modelliert
- einheitliches Datenmodell in möglichst vielen Kantonen

Das kantonale GIS - Datenmodell sollte mindestens folgende Informationen führen:

- Erhebungszeitpunkt
- Genauigkeit
- Zuverlässigkeit
- Rechtswirkung (projektiert, in Kraft, in Revision) mit Datum und Dauer

Diese Minimalanforderungen sollen für alle im Zentraldatensatz geführten Datensätze verbindlich sein.

3.2. NACHHALTIGKEIT DER AV-DATEN

Nachhaltigkeit der Daten bedeutet, dass die Geometrie der Datensätze langfristig unverändert bleiben soll, um entsprechende Anpassungen bei den abgeleiteten Daten der BenutzerInnen zu vermeiden. Dies muss auch bei einem Wechsel des Bezugsrahmens gewährleistet sein. Es sind deshalb im Baugebiet reguläre Katastererneuerungen durchzuführen. Im Landwirtschaftsgebiet hat bei entsprechender Kostenübernahme durch die Benutzer vorerst die kostengünstige, rasche Verfügbarkeit Priorität: Wo dies von der heutigen Qualität her sinnvoll ist, sollen auf dem Genauigkeitsniveau des rechtsgültigen Plans für das Grundbuch Provisorische Numerisierungen durchgeführt werden, in Kenntnis, dass diese Daten später durch reguläre Katastererneuerungen zu ersetzen sind.

3.3. SPANNUNGSFREIHEIT: ÜBERGANG VON RELATIVEN ZU ABSOLUTEN METHODEN

Im Feld sollen die Lageangaben aus AV-Koordinaten und die mit GPS gemessene Lage von Objekten auch über grosse Distanzen für alle Informationsebenen der AV übereinstimmen. Die nach TVAV relativ definierten Qualitätsanforderungen sollen dabei absolut gelten und für alle Ebenen gewährleistet sein, als Voraussetzung für das spätere widerspruchsfreie Zusammenwachsen unabhängig erhobener Datensätze.

Im Baugebiet soll die ehemalige, nachbarorientierte Genauigkeit der Ersterhebungen wieder hergestellt werden. Differenzen zwischen absoluten und relativen Lagebestimmungsmethoden sollen im Rahmen von wenigen cm bleiben (LFP3: 1-2 cm). Für vermessungstechnisch relevante Objekte sollen die Angaben der AV auch den Genauigkeitsbedürfnissen der Baubewilligungsbehörden und des Leitungskatasters genügen.

Im Landwirtschaftsgebiet sind – im Rahmen der TVAV - die lokalen Bedürfnisse massgebend.

Nach dem Übergang auf LV95 soll die Spannungsfreiheit so weiträumig gewährleistet sein, dass die AGNES-Stationen als Stützpunkte genügen können.

3.4. FINANZIELLE SICHERUNG VON ERNEUERUNG UND UNTERHALT DER AV

Folgekosten infolge Anpassungsarbeiten in nachgeordneten Datensätzen müssen so weit wie möglich vermieden werden, indem die Daten der amtlichen Vermessung möglichst bald in die definitive Form umgearbeitet werden. Das Erneuerungsprogramm ist durch Zuweisung entsprechender Mittel langfristig zu sichern und durch eine gewisse Schwerpunktbildung zu beschleunigen. Mittel aus Rechtskataster-spezifischen Quellen sind in entsprechende Arbeiten zu investieren: Zum Beispiel werden die der Nachführungstätigkeit belasteten Gebühren für definitive und rechtskräftige Lösungen (d.h. in der Erneuerung) eingesetzt.

4. ERNEUERUNG DER LAGEFIXPUNKTE

4.1. AUSGANGSLAGE

4.1.1. Kantonale Vermessungsgrundlage: Triangulation IV. Ordnung

Im Kanton Luzern wurde die Triangulation im Mittelland 1926 vollendet, die westlichen und südlichen Teile folgten in den 30er Jahren (vgl. Details im Anhang). Es bestehen etwa 3200 Punkte IV. Ordnung, die bis vor wenigen Jahren auch unterhalten wurden. Heute lasten auf dieser Vermessungsgrundlage über 70 Jahre und die Periode der massiven baulichen Eingriffe seit dem 2. Weltkrieg durch Hoch- und Tiefbau.

Bis Mitte der 60er Jahre konnten in den Triangulationsnetzen nur die Winkel gemessen werden. Wenige kurze Distanzen gaben den Massstab. Näherungslösungen waren unumgänglich. Dazu kamen in den vergangenen acht Jahrzehnten Lageänderungen infolge Beschädigung oder Rutschung. Die Folge sind heute spürbare Ungenauigkeiten in den Koordinaten von Dezimetern. Das Prinzip der Nachbargenauigkeit, der Einpassung untergeordneter Punkte in ihre unmittelbare Umgebung half solange über diese Widersprüche hinweg, als absolute Methoden noch zu teuer und aufwändig waren.

Gemäss TVAV Art. 48.2 ist der Kanton zuständig für die LFP2 (bisherige Triangulationspunkte IV. Ordnung) und LFP3 (früher als Polygonpunkte bezeichnet).

4.1.2. Die neue Landesvermessung LV95

Das von den USA entwickelte Global Positioning System (GPS), ursprünglich ein satellitengestütztes Leitsystem für ihre Interkontinentalwaffen und zur militärischen Navigation, wird heute weltweit auch zivil genutzt. Ende März 2002 haben die EU-Verkehrsminister die Lancierung des europäischen Satellitennavigationssystems Galileo beschlossen. Ziel ist die Funktionstüchtigkeit 2007.

Mit der Messtechnik GPS können zum ersten Mal in der Geschichte Distanzen ohne Sichtverbindung gemessen werden, über Dutzende von Kilometern hinweg und Zentimeter genau. Operationell ist GPS seit Ende der 80er Jahre. Die Messzeit beträgt heute Sekunden oder Minuten, unabhängig von Sicht, Wetter und Tageszeit. GPS ist auch für Laien leicht anwendbar und liefert direkt Koordinaten.

Die Vermessungsverfahren zur relativen Lagebestimmung werden zunehmend durch Vermessungsverfahren zur absoluten Lagebestimmung ersetzt: Mit GPS werden alle Punktbestimmungen direkt an die Satelliten „angeschlossen“, ob Hauptpunkte der Landesvermessung oder Gebäudeecken, mit einheitlich hoher Genauigkeit. Die Triangulationspunkte sind „an den Himmel verlegt“, das konventionelle Prinzip der stufenweisen, hierarchischen Punktverdichtung ist hinfällig und überflüssig, sogar hinderlich geworden. Und: Unsere Koordinaten können plötzlich mit Leichtigkeit grossräumig genutzt und überprüft werden.

Die Landesvermessung LV95 ist die neue landesweite, mittels GPS spannungsfrei errichtete Vermessungsgrundlage der Lagefixpunkte LFP1, vom Bundesamt für Landestopographie (swisstopo) 1995 für die schweizerischen Gegebenheiten bereitgestellt. Ziel ist dabei die problemlose Anwendung von GPS im Alltag. Zusätzlich wurde das Automatische GPS-Netz Schweiz (AGNES) mit 29 Anschlussstationen aufgebaut.

Konzept für die Erneuerung der AV

Mit der Einführung von GPS ist es – bei entsprechender Bereitstellung von Anschlusspunkten – jedem Benutzer grossräumig möglich, Punkte spannungsfrei mit cm-Genauigkeit zu bestimmen. Die BenutzerInnen messen also erheblich genauer als es unsere „Grundlagen“ sind.

4.1.3. Provisorische Numerisierungen (2.2.1.) und lokale Katastererneuerungen

1990 wurde aufgrund der Zielsetzungen der CKW und der Beurteilung des Vermessungsamtes entschieden, einer raschen Numerisierung auf der Basis von Plandigitalisierungen („digitale Basispläne“, Provisorische Numerisierung) Priorität zu geben (RRB 547 vom 26. Januar 1990 und Schema für die Realisierung der RAV im Kanton Luzern; RRB 1520 vom 1. Juni 1993). Das Vermessungsamt entschied, die Idee für eine neue, kantonsweite und spannungsfreie LFP-Grundlage auf der Basis von GPS im damaligen Zeitpunkt nicht weiter zu verfolgen und zu Gunsten einer raschen Bereitstellung provisorischer Daten um über ein Jahrzehnt zurückzustellen.

Freie Einzelnetze: Die seither trotzdem realisierten, wenigen Erneuerungen von LFP2- und LFP3-Netzen konnten deshalb nicht in einen Gesamtrahmen eingebettet werden, sondern mussten sich bis 1999 auf lokale Lagerungen abstützen. Dabei wurden z.T. Gemeinde übergreifende, spannungsfreie GPS-Netze auf den mitgemessenen LFP2-Punkten in LV03 weich gelagert und die so erhaltenen Koordinaten lokal als LV03neu eingeführt.

Seit etwa zwei Jahren wurden auf der Grundlage der neun LV95-Verdichtungspunkte des Kantons, je nach Bedarf pro Baugebietseinheit (oder pro Gemeinde) etwa zwei bis drei GPS-Stützpunkte spannungsfrei in LV95-Koordinaten bestimmt und anschliessend in die LV03-Umgebung dieser LV95-Punkte eingepasst (und damit verzwängt), was ebenfalls LV03neu-Koordinaten ergab, die unter sich aufgrund ihrer Kleinräumigkeit im Rahmen weniger cm spannungsfrei in LV03neu sein müssten. Diese Punkte dienten dann für alle weiteren Arbeiten und Daten der Katererneuerungen als Anschlusspunkte, was somit lokal, d.h. pro Baugebiet, ebenfalls spannungsfreie Datensätze in LV03neu ergab. Dieses Vorgehen soll nun auf der Basis des neuen Netzes 200 verallgemeinert werden.

4.1.4. Spannungen der Lagefixpunkte im Baugebiet

Differenzen zwischen AV-Daten und GPS-mässig bestimmten Koordinaten sind für die BenutzerInnen – vor allem im Baugebiet – nicht mehr tolerierbar, sowohl aufgrund der grossen Bedeutung der AV als genaue Bezugsgrundlage für weitere Kataster und der geforderten Qualität gemäss TVAV, aber auch aufgrund der nachbar- und baurechtlichen Regelungen.

Die durchgeführten Erneuerungen für die LFP3 mit spannungsfreien Netzen in GPS belegen, dass die daraus abgeleiteten Vektoren bezüglich derjenigen ihrer Nachbar-Polygonpunkte oft völlig widersprüchlich liegen und häufig nicht einmal kleinräumig eine Systematik erkennbar ist.

Dies ist zurückzuführen auf:

- Beschädigungen und unsachgemässe Rekonstruktion durch Fremdpersonen, was zu Lageverschiebungen führte, so dass die seinerzeitigen Detailaufnahmen nicht mehr zum heutigen Standort passen und damit auch nicht zu den heutigen Detailaufnahmen.
- Verwendung solcher beschädigten Punkte als Anschlusspunkte für Nachführungszüge, was bei der Ausgleichung Aufwölbungen verursachte.
- Mess- und Berechnungswidersprüche mangels EDV in der Original- und Nachführungsvermessung mit gleicher Wirkung.

Konzept für die Erneuerung der AV

Ausmass der Widersprüche:

- Bezüglich absoluter Genauigkeit liegen die Lagedifferenzen bei 5-20 cm.
- Bezüglich relativer Genauigkeit hingegen werden aufgrund der oft inhomogenen Richtung der Vektoren die Nachbarwidersprüche noch verstärkt. Deshalb werden bei zufälligem Anschluss an solche Punkte gerade bei Anwendung von starren Methoden wie GPS im Feld erhebliche Behinderungen spürbar werden.

Angesichts der Vektorpläne bisher durchgeführter LFP3-Erneuerungen heisst dies somit:

- Schon die Nachbargenauigkeit erfüllt die Anforderungen aufgrund der widersprüchlichen Vektoren unter dem Gesichtspunkt von Art. 31 TVAV nicht. So genannte „repräsentative Punkte“, welche die Lageverschiebungen bzw. Spannungen ihrer Umgebung stellvertretend wiedergeben, sind aufgrund der langen Nachführungsdauer und die verursachten Schäden nicht eruierbar.
- Weggefallene LFP3, auf welche die damaligen Details bezogen waren, wurden durch neue Züge mit neuen Anschlusspunkten überlagert, auf die alle neuen Details aufgenommen wurden. Differenzen zwischen alten und neueren LFP3 übertragen sich voll in die Koordinaten der Details. Ein Übergang auf absolute Bestimmungsmethoden unter Übernahme der vorhandenen LV03-Koordinaten der LFP2 durch reine Transformation ist somit problematisch.

4.1.5. Spannungen der Lagefixpunkte im Landwirtschaftsgebiet

Allgemein kann festgestellt werden, dass die lokale Materialisierung erheblich unsicherer ist als die Widersprüche in den Lagefixpunkten, da die in einer Katastererneuerung feststellbaren Koordinatendifferenzen hier viel eher durch Beschädigungen und Lageverschiebungen als durch ehemalige Spannungen begründet sind.

Die festgestellten Verschiebungen von etwa 1-2 dm bei den LFP2 und die Zugsabschlussfehler der LFP3 deuten darauf hin, dass die nach TVAV Art. 31 in der TS3 geforderten Werte für die davon abgeleiteten Koordinaten der Grenzpunkte im wesentlichen knapp eingehalten werden können.

4.2. ETAPPEN DER ERNEUERUNG

4.2.1. Erste Etappe: Neues Kantonsnetz 200

Als neue, spannungsarme Bezugsgrundlage wird das Netz der Landesvermessung LV95 des Bundesamtes für Landestopographie verdichtet. Damit im ganzen Kanton rationelle Anschlussbedingungen gewährleistet sind, werden etwa 200 zusätzliche Punkte in GPS neu bestimmt.

Es sollen vornehmlich alte Triangulationspunkte gemessen werden, da diese später beim Übergang von LV03 auf LV95 als FINELTRA-Transformationsstützpunkte verwendet werden können. Gleichzeitig kann damit die Qualität der bisherigen Triangulation punktuell beurteilt werden. Diese Punkte und der Einbezug der bereits bestehenden neun kantonalen Verdichtungspunkte vermitteln dabei den Zusammenhang zu den vorhandenen Erneuerungsinseln.

Für die Ermittlung der LV95-Koordinaten wird das Netz direkt an die LV95-Punkte des Bundes angeschlossen. Um davon Koordinaten im heute gültigen System der Landesvermessung LV03neu anbieten zu können und um Spannungen zu den Nachbarkantonen zu vermeiden, wird

Konzept für die Erneuerung der AV

es als freies Netz in LV03 auf wichtigen Punkten der Nachbarkantone gelagert. Dadurch werden am Rand unter Umständen Spannungen von einigen cm eingebracht, die aber beim Übergang auf LV95 wieder verschwinden. Durch die innere „Spannungsfreiheit“ wird dieses Netz beim Übergang auf LV95 im Innern keine Veränderungen der Geometrie mehr erfahren.

Eine Etappierung ist mit Blick auf den administrativen Aufwand und die Bedingung der einheitlichen Perimeterlagerung zu vermeiden. Das neue Grundlagenetz dient ab Verfügbarkeit als Rahmen für alle weiteren Arbeiten in Ersterhebung, Erneuerung, Erhaltung und Interpolation, in der Nachführung, soweit das Gebiet spannungsbefreit ist.

4.2.2. Zweite Etappe: Erneuerung der LFP2/3 im Baugebiet

Mit Rücksicht auf die LFP-basierte Nachführung der AV-Ebenen Liegenschaften, Bodenbedeckung, Einzelobjekte/Linien und auf die Bedürfnisse weiterer BenutzerInnen (z.B. Leitungskataster) werden prioritär im Baugebiet alle LFP2/3 in ihrer heutigen Lage spannungsfrei neu bestimmt.

4.2.3. Dritte Etappe: Erneuerung der übrigen Ebenen im Baugebiet

Auf der Basis der bereinigten LFP2/3 sind die Daten der übrigen AV-Ebenen anzupassen oder bei sehr schwierigen Verhältnissen eine vereinfachte Zweitvermessung durchzuführen.

4.2.4. Vierte Etappe: Erneuerungen in den Landwirtschaftsgebieten

In Gebieten mit Provisorischer Numerisierung sind vollständige, adäquate Erneuerungen durchzuführen, in numerischen Gebieten die LFP3-Erneuerung anforderungsgerecht nachzuholen und die übrigen Daten anzupassen.

Aufgrund der Anforderungen nach TVAV Art. 31 in der TS3, der Erhebungsgenauigkeit von wenigen cm und der Kartierungsgenauigkeit von 10-15 cm liesse es sich allenfalls rechtfertigen, die digitalisierten Koordinaten auch im Sinn einer Erneuerung als richtig zu betrachten und als Rekonstruktionsgrundlage zu verwenden, so dass sich keine Erneuerungsmassnahmen aufdrängen würden, was allerdings nicht dem Gedanken der Homogenisierung entspräche. Auch müssten am Übergang zum erneuerten Baugebiet Interpolationsfunktionen die vorhandenen Widersprüche abbauen. Falls die Finanzierung gesichert werden kann, ist es darum richtiger, die Homogenisierung auch auf das Landwirtschaftsgebiet auszudehnen.

4.3. LFP2/3-ERNEUERUNG IM BAUGEBIET

4.3.1. Zeitpunkt der Ersterhebung, Intensität der Nachführung

Die Qualität der Lagefixpunkte ist vom Zeitpunkt der Ersterhebung bzw. der anschliessenden Bauarbeiten abhängig (Kenntnisse der Kreisgeometerbüros):

- der Erschliessungen und Bauten
- der verschiedenen Leitungsbauten, Kanalisationen und speziell den unter Kostendruck vergebenen Arbeiten für TV und PTT, die Rekonstruktionsaufträge z.T. etwas „zurückhaltend“ erteilten

Konzept für die Erneuerung der AV

- des Ersatzes der Kopfsteinpflaster und Oberflächenteerungen durch Belagseinbauten der 40er Jahre, da die LFP im Kanton kaum mit Gusserschächten und – ausser in der Stadt Luzern – schon gar nicht mit Rückversicherungen gesichert waren
- der Einführung leistungsfähiger Baumaschinen der 50er Jahre im Hoch- und Tiefbau
- der Strassenverbreiterungen und Gehweganpassungen der 60er und 70er Jahre

Qualitätsmindernd wirkt in der Nachführung das häufige Anschliessen an Nebenzüge, an rekonstruierte Punkte und das Übereinanderlegen von Parallelzügen in Strassen.

4.3.2. Technisches Vorgehen

Alle kommunalen Erneuerungsarbeiten der Baugebiete werden als spannungsfreie Kombi-Netze LFP2/3 bestimmt, da die LFP2 als ehemalige Triangulation IV. Ordnung gleichzeitig die Hauptpunkte der Polygonierung waren. Als Anschlusspunkte dieser Neubestimmungen dienen ausschliesslich die spannungsarmen Punkte des neuen Hauptnetzes. Erstrecken sich Baugebiete über mehrere Gemeinden, sollten diese gemeinsam erneuert werden.

Neu zu messende LFP3 sind dabei mindestens

- ehemalige Knotenpunkte
- An- und Abschlusspunkte von lagetreu erhaltenen Polygon-Zügen, z.B. unveränderter Strassen
- für die Nachführung oder die Berechnung wichtige Polygonpunkte
- alle bezüglich der nächstgelegenen GPS-Punkte unsicheren Altpunkte. Notfalls ist deren alte Lage zur Zeit der Detailaufnahmen aus letzteren zu „rekonstruieren“ durch GPS-Neubestimmung lagetreuer Detailpunkte wie Gebäudeecken oder erhaltener Mauerbolzen und Vermarkungen und anschliessende Rückberechnung des zugehörigen alten Polygonpunkt-Standorts mit den alten Aufnahmen.

Etappen:

1. Feldbegehung zur Beurteilung des Versicherungszustandes und allenfalls Revision mit Erhebung der Korrekturen zwecks Berücksichtigung in den darauf angeschlossenen Nachführungen.
2. Neumessung der Lagefixpunkte als spannungsfreies Netz, abgestützt auf die kantonalen Verdichtungs- bzw. Anschlusspunkte, was LV95- bzw. LV03neu-Koordinaten ergibt. Darstellung der Differenzen gegenüber LV03alt, als Vektoren 1:1, auf dem Übersichtsplan 1:5'000 (Sichtbarkeiten). Beurteilung und bei verschobenen LFP3 allenfalls Einführung von Mehrfachkoordinaten. In diesem Fall ist aber intensiv die Alternative der vereinfachten Zweitvermessung zu prüfen, da solche Bereinigungen nicht die dem Aufwand entsprechenden Resultate liefern.
3. Zweite, definitive Darstellung der Differenzen LV03alt gegenüber LV03neu, als Vektoren 1:1, auf dem Übersichtsplan 1:5'000.
4. Beurteilung der Homogenität der Vektoren, der absoluten und nachbarlichen Widersprüche.
5. Aufgrund des Vektorplans der LFP3 werden allenfalls Mehrfachkoordinaten für die verschiedenen Perioden eingeführt als Grundlage für die Berechnung mit den alten Messungen bzw. Interpolation der übrigen Ebenen, besonders der Gebäude.
6. Einrechnung der nicht neu erhobenen LFP3 aus den alten Aufnahmen ins neue Netz.

Konzept für die Erneuerung der AV

Danach sind die LFP spannungsfrei, im alten wie im heutigen, allenfalls verschobenen Zustand. Im Prinzip müssten fortan bezüglich Ebene 1 und unter dem Aspekt von GPS nur noch die 2-3 Anschlusspunkte in den Gemeinden unterhalten werden.

4.3.3. Übergang ins nicht erneuerte Landwirtschaftsgebiet

Da im Baugebiet alle LFP2 und LFP3 in irgendeiner Form erneuert werden, erfolgt der Übergang am Rand durch entsprechende Interpolation, z.B. mit FINELTRA auf die anstossenden, repräsentativen LFP2, oder es wird ein zusätzlicher LFP2-Kranz gemessen und damit die Übergangszone nach aussen verschoben (vgl. auch Kap. 6). Alle nachgeordneten Datensätze werden gleich behandelt.

4.3.4. Vereinfachungen für „neuere“ Ersterhebungen im Baugebiet

Ob in „neueren“ Ersterhebungen die entsprechenden Vereinfachungen zulässig sind, hängt neben dem Alter hauptsächlich von der Unversehrtheit der LFP ab. Es handelt sich um Gebiete, die seither kaum wesentliche Veränderungen in baulicher Hinsicht erfahren haben, auch ohne grössere Leitungsbauten. Die Nachführungstätigkeit ist weniger wichtig, da sie gemäss Voraussetzung auf ein unversehrtes Polygonar aufbaut.

Unter diesen Umständen darf angesichts der bei der Ersterhebung bereits verfügbar gewesenen elektronischen Distanzmessung und den EDV-Berechnungshilfen ein fehlerfreies und homogenes Werk angenommen werden. Was damals nicht im Sinn einer Neubestimmung überprüft wurde, war die Triangulation.

Es genügt deshalb im Baugebiet, die LFP2 soweit GPS-mässig neu zu bestimmen, dass die bestehenden Daten in die neue Grundlage interpoliert werden können. Dabei entscheidet der Homogenitätsgrad der Vektoren über die anzuwendende Interpolationsmethode. Eine Nachbargenauigkeit von etwa 2 cm sollte eingehalten werden. Je homogener, umso eher TRANSINT oder SITTRANS, TRATOP; je inhomogener und gleichzeitig grösser, desto eher sind in den LFP3 Aufwölbungen zu erwarten, d.h. nicht-lineare Verschiebungen, die naturgemäss durch FINELTRA nicht ideal modelliert werden. In diesem Fall sollten die gespeicherten PP-Messungen neu berechnet werden.

Da die gespeicherten Koordinaten aus den PP-Messungen hergeleitet sind, können letztere – bei geringen Anschlussspannungen und damit vernachlässigbaren Aufwölbungen - auch durch „Absteckungsberechnung“ recht gut halbautomatisch gewonnen werden, so dass das neuerliche Ein-tippen entfällt.

Je nach Erhaltungszustand und Beurteilung der lokalen Gegebenheiten sind gebietsweise auch Kombinationen der verschiedenen Methoden denkbar.

4.3.5. Ausdünnung und Deklassierung

Ausdünnung

Grundsätzlich sind diese Massnahmen bei LFP2 und LFP3 erst sinnvoll *nach* Neubestimmung der Triangulations- und Polygonpunkte, d.h. nach erfolgter Erneuerung sowie nach Absprache mit dem Nachführungsgeometer.

Wesentlich für die Dichte und die Art der Materialisierung sind die Bedürfnisse der BenutzerInnen bzw. deren Bereitschaft zur Kostentragung des Unterhaltsaufwandes, aber mindestens ebenso

Konzept für die Erneuerung der AV

das Ziel der Qualitätsverbesserung durch Anschluss auf Punkte mit garantierter Standorttreue. Aus Sicht der AV und GPS ist für die LFP2 wie auch LFP3 bei genügender Sicht eine drastische Reduktion auf die 200 Hauptpunkte möglich, was im Endzustand für die LFP2 einer Ausdünnung auf 0.2 Punkte/km² entspricht. Bedingung ist der Nachweis genügender Spannungsfreiheit in allen Anwendungen bzw. Ebenen.

Gründe für höhere Punktdichten: Anschlussfunktion für terrestrische Anwendungen, z.B. bei eingeschränkter GPS-Sichtbarkeit, besonders in eng bebauten oder nordorientierten Lagen oder im Wald.

Unterhalt langfristig nur für die 200 kantonalen Punkte = neue LFP2 => Aufnahme in TRIDAT.

Bei unsicherem Entscheid mindestens auf Kroki Stempel anbringen: „Zur Deklassierung vorgesehen“.

Deklassierung

Deklassierung bedeutet die Übergabe der heutigen Triangulationspunkte des Kantons in die Verantwortung des Nachführungsgeometers. Deklassierung ohne Begehung: Nur wenn in einer regulären Erneuerung behandelt.

Das Erhalten der Punkte ist nur sinnvoll, wenn deren Materialisierung nicht gefährdet ist, z.B. die Punkte nicht über Leitungen liegen. Entscheidend ist auch, dass sie leicht benützbar sind (Zugänglichkeit, Verkehr, GPS-Tauglichkeit).

Löschung der Anmerkungen im Grundbuch: Anmerkungen sollen nur sehr zurückhaltend gelöscht werden, weil die Löschungsmitteilung zur Beseitigung von unbequemen Punkten durch die Entlasteten führen könnte.

4.4. LFP2/3-ERNEUERUNG IM LANDWIRTSCHAFTSGEBIET

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen aus spannungsfreien Erneuerungen ist ersichtlich, dass sich die Widersprüche der heute gängigen Koordinaten LV03 zu spannungsfrei ermittelten Lagebestimmungen im Rahmen der dort zulässigen Werte für die Ebene Liegenschaften bewegen. Aufgrund der hohen realisierten Nachbargenauigkeit der Detailaufnahmen der Grenzpunkte, Bauten und Anlagen darf auch für diese Objekte die Einhaltung der TVAV absolut vermutet werden, besonders nach einer spannungsbefreiten Neubestimmung wichtiger Hauptpunkte. Weitergehende Neubestimmungen würden nur lokale Lageverschiebungen aufzeige und würden für die Koordinatenberechnung der Detailpunkte eher Verschlechterungen eintragen.

Auch aus Zeit- und Kostengründen kommt deshalb nur eine stichprobenweise LFP-Erneuerung in Betracht. Das Problem wird sein, repräsentative LFP2 oder sogar LFP3 mit unversehrtem Standort, d.h. ohne Beschädigung oder Lageänderung zu finden, die dann, neu bestimmt, die angemessene GPS - Tauglichkeit für die übrigen Elemente vermitteln können. Die Koordinaten der übrigen Lagefixpunkte sind mit Methoden, die die geometrische Abhängigkeit möglichst optimal nachmodellieren, so in die Neubestimmte LFP - Umgebung zu interpolieren, dass eine Neuberechnung der ehemaligen Felderhebungen vermieden werden kann. Kriterium ist dabei immer die Gewährleistung der TVAV. Erprobte Interpolationsverfahren sind verfügbar.

4.5. ALTERNATIVEN?

Weil die Bestimmungsgenauigkeit der übrigen Objekte der amtlichen Vermessung direkt von der Qualität der LFP abhängt, bedeutet ein Verzicht auf die Fixpunkterneuerung (vgl. auch 2.3.4.):

- Übertragung dieser Spannungen und Widersprüche auf alle zukünftigen, auf solchen Fixpunkten basierenden Lagebestimmungen und abhängigen Datensätze.
- Mehraufwand bei der Benützung nicht spannungsbefreiter Daten durch den Zwang zu permanenter Einpassung, Interpolation und fortgesetzter Bereinigung der auftretenden Widersprüche in Büro und Feld, in allen abhängigen Datensätzen, beim Planen und beim Graben. Grosser und unnötiger volkswirtschaftlicher Mehraufwand bzw. Verlust.

5. ÜBRIGE AV-EBENEN: QUALITÄT UND MASSNAHMEN

Die nachfolgenden Überlegungen gelten grundsätzlich für das Bau- *und* für das Landwirtschaftsgebiet. Die Qualitätsanforderungen der amtlichen Vermessung, die Bedürfnisse der BenutzerInnen und das Kosten-/Nutzenverhältnis zeigen aber, dass Neubestimmungen im Baugebiet den grössten Nutzen entfalten und dass im Landwirtschaftsgebiet Erneuerungsmassnahmen nur in speziellen Fällen oder bei interessenbezogener Kostentragung zum Zug kommen können.

5.1. RANDBEDINGUNGEN

5.1.1. Allgemeines

Die Ersterhebung ist in den Baugebieten des Kantons abgeschlossen. Die Erneuerung ist in der Stadt Luzern für die LFP weitgehend und für die übrigen Ebenen etwa zur Hälfte durchgeführt. Agglomeration und Land sind pendent, in 22 Erneuerungen ist lokale Spannungsfreiheit realisiert.

Generell gilt:

- Die Kartierung enthält neben der Kartierungsungenauigkeit von 1/10 bis 1/5 mm folgende Einflüsse: Näherungslösungen in der LFP3 - Berechnung mangels EDV – Hilfsmitteln und entsprechende Verschiebungen in der Kartierung, analoge Zwänge bei Grenzen, Gebäuden usw. als Folge, Einmess- und Konstruktionswidersprüche bei den Gebäuden.
- Infolge Ersatz von LFP3, z.B. nach Strassenbauten, stützen sich Feldaufnahmen am gleichen Ort (z.B. ältere Gebäude und neue Strassengrenzen) auf unterschiedliche Anschlusspunkte mit unterschiedlichen Vektoren. Dies ist bei der Koordinaten-Transformation von numerischen Situationselementen je nach Differenz der Verschiebungen durch spezifische Einzeltransformationen zu berücksichtigen.

Folgende Datenbestände sind in AV93 zu überführen:

- Teilnumerische Daten vor 1993 (Koordinaten der Grenzpunkte und Flächendefinitionen, die Gebäudeecken wurden nicht aufbewahrt bzw. nachgeführt, gebietsweise erfolgte die Nachführung numerisch), berechnet aus alten Aufnahmen oder neuen Ersterhebungen in LV03.
- Seit 1993 wurden halbgrafische Baugebiete meist ohne Fixpunkterneuerung bzw. mit rein formeller Beurteilung der LFP-Netze ohne Feldüberprüfung vollnumerisch aufgearbeitet.
- Die meisten Gemeinden wurden bezüglich der Ebene Bodenbedeckung mittels Provisorischer Numerisierung bearbeitet.
- Lokal gelagerte, spannungsfreie Daten aus Katastererneuerungen in 22 Baugebieten.

5.1.2. Kriterien für die Beurteilung der Vermessungsgrundlagen und Daten

Bezüglich der LFP3: Zeitpunkt der Entstehung, Schäden aus Bautätigkeit (Kap.4.3.).

Bezüglich der Verwendbarkeit der Digitalisierungen: nach der Qualität der Grundbuchpläne, bei alten Plänen auch nach der Nachführungsintensität:

Konzept für die Erneuerung der AV

- Neue automatische Kartierungen in 1:500, aus teilnumerischer Bearbeitung mit kontrollierten Koordinaten und elektronischer Distanzmessung, die eine Kartierungsgenauigkeit von 3-7 cm für Bauten ergeben, auch wenn die berechneten Gebäudekoordinaten verloren sind, bedürfen nur der Erneuerung der LFP2 und einfacher Interpolation hierauf.
- Ältere automatische Kartierungen in 1:500, aus teilnumerischer Bearbeitung mit digitalisierten Koordinaten und optischer Distanzmessung, die eine Kartierungsgenauigkeit von 4-10 cm für Bauten ergeben, auch wenn die berechneten Gebäudekoordinaten verloren sind: Erneuerung der LFP2 und LFP3, darauf spezifische, lokale Interpolationen.
- Ältere manuelle Kartierungen in 1:500, aus halbgrafischer Bearbeitung mit optischer Distanzmessung und digitalisierten Koordinaten für Bauten: Erneuerung der LFP2 und der LFP3 und Berechnung der übrigen Ebenen oder Zweitvermessung. Sind die Gebäude- bzw. Grenzpunktkoordinaten berechnet, dann allenfalls spezifische Interpolationen.

Wesentlich für den Entscheid über die zu ergreifende Massnahme ist wie bereits früher erwähnt die Genauigkeitsanforderung infolge der Nutzungsdichte und das Entwicklungspotential gemäss den nutzungsplanerischen Absichten der Gemeinde.

Über die Verteilung der nachfolgend aufgeführten Massnahmen und deren Kostenfolgen gibt die Tabelle in Kapitel 8 Aufschluss.

5.2. HALBGRAFISCHE ERSTERHEBUNGEN UND UMKARTIERUNGEN

5.2.1. Methoden der Erneuerung der übrigen Ebenen halbgrafischer Werke im Bau- gebiet

Variante Reguläre Erneuerung

Auf der spannungsfrei bereinigten LFP-Grundlage entstehen in sich spannungsfreie Datensätze auch für die nachgeordneten Ebenen, die aus den alten Feldaufnahmen, ergänzt um allenfalls notwendige Neuerhebungen, berechnet werden. Dabei ist es wesentlich, dass den alten Aufnahmen nicht unbesehen die neuen PP-Koordinaten zu Grunde gelegt werden, sondern dass der zu den Aufnahmen gehörige LFP3-Standort in LV03neu verwendet wird. Umfang der Erneuerungsarbeiten aufgrund einer detaillierten Analyse.

Variante Vereinfachte Zweitvermessung

Die Probleme mit Mehrfachkoordinaten, fehlender Aktualisierung, Identität zwischen Koordinaten und effektiver Lage, LFP-Beurteilung, Differenzierung der Massnahmen, Beurteilung und Bereinigung sowie Kombination alter Aufnahmen werden für alle Ebenen weitgehend umgangen durch eine Zweitvermessung, bei der **alles Sichtbare** neu erhoben wird. Unsichtbares und fehlende Grenzpunkte werden aus den alten, rechtsgültigen Aufnahmen mit den neu bestimmten und bereinigten LFP-Koordinaten ermittelt oder in Nachbarpunkte eingerechnet.

Diese Arbeiten rechtfertigen sich vornehmlich in Gebieten mit intensiver Nachführungstätigkeit, wo die Aufarbeitung der alten Aufnahmen aufwändig und unsicher ist. Sie sind nur für **Baugebiete** wirtschaftlich vertretbar. Erleichternd wirkt, dass letztere in den meisten Gemeinden als von Landwirtschaftsgebiet umschlossene, isolierte Inseln vorliegen.

Diese Arbeiten sind spannungsfrei zu erheben, werden geometrisch korrekt konstruiert und sollen auch in dieser Form als definitive Geometrie und somit auch grossräumig als GPS-taugliche Datensätze an die BenutzerInnen abgegeben werden können. Es dürfen somit beim Übergang auf

Konzept für die Erneuerung der AV

LV95 keine Änderungen in der Geometrie auftreten, besonders nicht im Hinblick auf die Datensätze der BenutzerInnen (Invarianz-Bedingung wie bei Interpolationen).

Eine **Planauflage** erfolgt wegen des Ersatzes der rechtsgültigen Grenzpunktaufnahmen bzw. der rechtsgültigen Pläne.

Aufgrund der Erfahrungen im Kanton Solothurn sind die Kosten etwas höher als bei einer regulären Katastererneuerung, die Qualität ist aber unvergleichlich besser, da die ganze, baupolizeilich relevante Bodenbedeckung mit hoher Genauigkeit verfügbar und vollständig aktuell ist.

5.2.2. Massnahmen nach vorhandenem Qualitätsstandard

Bisher ohne Erneuerungsmassnahmen (Anfänge bis ca. 50er Jahre)

Massnahmen:

- LFP-Erneuerung zur Herstellung der Lagetreue und als Grundlage für weitere Arbeiten, zeitabhängige (Mehrfach-)koordinaten
- Übrige Ebenen: Aufgrund der Nachführungsintensität (Inhomogenität der LFP-Berechnung und der Kartierung): Katastererneuerung, vereinfachte Zweitvermessung oder Kombinationen.
- Datensätze ausserhalb der AV: Interpolation auf die neue AV-Grundlage oder Neuberechnung

Teilnumerische Katastererneuerungen von halbgrafischen Ersterhebungen und Umkartierungen

- LFP: Sämtliche früheren Katastererneuerungen wurden ohne LFP-Erneuerung im Sinne einer spannungsfreien Neubestimmung durchgeführt, allenfalls wurde einer Neuberechnung der alten PP-Messungen vorangestellt, ansonsten die Koordinaten der LFP2/3 in LV03 übernommen.
- Grenzpunktkoordinaten aus alten Aufnahmen der Ersterhebung und Nachführung auf Basis der alten LFP3 aus Ersterhebung und Nachführung in LV03 berechnet.
- Gebäudeecken im Falle von Umkartierungen und teilweise auch in der Nachführung zwar für den automatischen, verzugsfreien Planauftrag aus Aufnahmen gerechnet, aber meist nicht erhalten, eingemessene Gebäudeteile grafisch konstruiert.

Gesamthafte, automatische und somit verzerrungsfreie Neukartierung, d.h. grafische Nachbargenauigkeit innerhalb und zwischen den Ebenen massstabsabhängig gewährleistet. Fehlereinflüsse nur noch aus fehlerhaften LFP und Konstruktionsfehlern Bodenbedeckung.

Massnahmen:

- LFP-Erneuerung zur Herstellung der Lagetreue
- Übrige Ebenen: Bestehende numerische Daten LFP-spezifisch in die neue Umgebung interpolieren, anschliessend fehlende Elemente aufarbeiten.
- Datensätze ausserhalb der AV: Interpolation auf die neue AV-Grundlage oder gebietsweise Neu-Aufarbeitung

Konzept für die Erneuerung der AV

Vollnumerische Katastererneuerungen von halbgrafischen Ersterhebung, Umkartierungen oder teilnumerische Umkartierungen von halbgrafischen Ersterhebung

- LFP: Ohne spannungsfreie LFP-Erneuerung, allenfalls Neuberechnung der alten PP-Messungen, ansonsten die Koordinaten der LFP2/3 in LV03 übernommen.
- Grenzpunktkoordinaten aus alten Aufnahmen der Ersterhebung und Nachführung auf Basis der alten LFP3 aus Ersterhebung und Nachführung in LV03 berechnet.
- Gebäudeecken im Falle von Umkartierungen und teilweise auch in der Nachführung aus Aufnahmen gerechnet, eingemessene Gebäudeteile rechnerisch konstruiert, Massfehler bereinigt.

Gesamthafte, automatische und somit verzerrungsfreie Neukartierung, d.h. rechnerische Nachbargenauigkeit innerhalb und zwischen den Ebenen massstabsunabhängig gewährleistet. Fehlerinflüsse nur noch aus fehlerhaften LFP.

Massnahmen:

- LFP-Erneuerung zur Herstellung der Lagetreue
- Übrige Ebenen: Bestehende numerische Daten LFP-spezifisch in die neue Umgebung interpolieren.
- Datensätze ausserhalb der AV: Interpolation auf die neue AV-Grundlage oder gebietsweise Neu-Aufarbeitung

AV93-konforme Katastererneuerungen von halbgrafischen Ersterhebungen und Umkartierungen

Operate mit (z.T. gemeindeübergreifender) spannungsfreier Fixpunkterneuerung: Freie, meist GPS-Netze als Kombi LFP2/LFP3 wurden lokal auf der bestehenden LV03-Triangulation weich gelagert, was spannungsfreie LV03neu-Koordinaten ergab.

Massnahmen:

Um diese Spannungsfreiheit zu erhalten, sind diese Daten anlässlich des LV95-Übergangs als orthogonale Transformation (ohne geometrische Verzerrungen) in das ebenfalls spannungsfreie LV95 zu überführen. In den damaligen Operaten nicht geänderte Koordinaten von LFP2 können jetzt noch berücksichtigt werden, da sie nur wenige cm gross und – für LFP2 – grossräumig verteilt sind.

Provisorische Numerisierungen

Massnahmen:

- Soweit digitalisierte Grenzen und Bauten: wie halbgrafische Vermessungen ohne Erneuerung.
- Soweit berechnet: wie teilnumerische Katastererneuerungen von halbgrafischen Vermessungen.

Vgl. auch 5.4.2.

5.3. TEILNUMERISCHE ERSTERHEBUNGEN AUS DEN 70ER UND 80ER JAHREN

5.3.1. Ohne rechnerische oder digitale Nachbearbeitung

- LFP3: Ohne spezifische, grossräumige Überprüfung der LFP2 oder gar einer Erneuerung, aber teilweise mit überprüfter, EDV-mässiger Zugsausgleichung der LFP3. LFP3-Netze bezüglich Versicherung genügend und bezüglich Identität zwischen Koordinaten und Standort abhängig von der zwischenzeitlichen Bautätigkeit und der lokalen Qualität der LFP2-Grundlage.
- Grenzpunktkoordinaten auf Basis LFP2 und LFP3 in LV03 berechnet.
- Gebäudeecken zwar für Planauftrag gerechnet, Koordinaten aber meist nicht erhalten. Rest grafisch oder sogar rechnerisch aufkonstruiert.

Massnahmen:

- LFP-Diagnosenetz zwecks Überprüfung der Lagetreue und als Grundlage für den Entscheid, ob eine Interpolation aufgrund der spannungsbereinigten LFP2 für die LFP3 und die übrigen Ebenen genügt.
- Interpolation Details.
- Erst daran anschliessend sind die restlichen Elemente aufzuarbeiten (Konstruktion der Gebäude).

5.3.2. Bauten (z.T.) digitalisiert, Kulturgrenzen digitalisiert

- LFP3: Wie oben.
- Grenzpunktkoordinaten wie oben berechnet, aber Bodenbedeckung digitalisiert.
- Eingemessene Gebäudeteile digitalisiert und auf die aus Aufnahmen gerechneten Gebäudeecken eingepasst. Falls ganze Gebäude digitalisiert sind, gilt der gleiche Vorbehalt wie für die Kulturgrenzen.
- Kulturgrenzen: Da in der entsprechenden Gesamteinpassung als lineare Transformation die Restfehler in den Passpunkten (Polygonpunkten) nicht beseitigt wurden, überlagert sich dort dem Kartierungs- und Digitalisierungsfehler auch noch der Passpunkt widerspruch als systematischer Fehler gegenüber den Grenzpunktkoordinaten. Immerhin wurden diese Kartierungen planweise automatisch und somit massstabsabhängig verzugsfrei ausgeführt.

Massnahmen:

- LFP-Diagnosenetz zwecks Überprüfung der Lagetreue und als Grundlage für den Entscheid, ob eine Interpolation aufgrund der spannungsbereinigten LFP2 für die LFP3 und die übrigen Ebenen genügt.
- Interpolation Details.
- Je nach Genauigkeitsanspruch und Nutzungsdichte sind die Gebäude regulär aufzuarbeiten.

5.3.3. Vollnumerische Ersterhebungen aus den 80er und 90er Jahren

- LFP3: Ohne spezifische, grossräumige Überprüfung der LFP2 oder gar einer Erneuerung, aber mit überprüfter, EDV-mässiger Zugsausgleichung der LFP3. LFP3-Netze bezüglich Versicherung genügend und bezüglich Identität zwischen Koordinaten und Standort abhängig von der zwischenzeitlichen Bautätigkeit und der lokalen Qualität der LFP2-Grundlage.
- Grenzpunktkoordinaten auf Basis LFP2 und LFP3 in LV03 berechnet.
- Gebäudeecken für Planauftrag gerechnet und konstruiert. Attribute, Strukturierung: AV93.

Massnahmen:

- LFP-Diagnosenetz zwecks Überprüfung der Lagetreue und als Grundlage für den Entscheid, ob eine Interpolation aufgrund der spannungsbereinigten LFP2 für die LFP3 und die übrigen Ebenen genügt.
- Interpolation der übrigen Ebenen.

5.4. BESONDERHEITEN BEI DER UMARBEITUNG BESTEHENDER DATEN

5.4.1. Daten mit TVAV-konformer Nachbargenauigkeit

Bei der Interpolation bestehender Datensätze auf die erneuerten LFP3 ist darauf zu achten, dass besonders grössere Objekte mit Invarianz-Bedingungen wie Bauten (Winkel, Gebäudelängen, Leitungsgeometrien) durch nachbarlich widersprüchliche Vektoren von LFP3 nicht unzulässig verzerrt werden und auch virtuelle Elemente (Konstrukte) mitkommen (erfordert INTERLIS-taugliche Daten). Aufgrund der Resultate von LFP-Erneuerungen werden im Allgemeinen mehrere lokal gestützte Interpolationen mit allenfalls wechselnden Koordinaten der LFP notwendig sein. Für die weitere Feldarbeit in der Nachführung stehen dann aber nur noch die Koordinaten für die heutige Lage zur Verfügung. Die nochmalige Berechnung erneuerungsgemäss erarbeiteter Daten ist aus Kosten- und Subventionsgründen zu vermeiden.

Als Interpolationsinstrumente stehen Produkte wie TRANSINT, GEOSFIN, TRATOP, SITTRANS u.a. zur Verfügung.

5.4.2. Operate mit Provisorischer Numerisierung

Die Verwendbarkeit von Daten aus Provisorischer Numerisierung in Interpolationen hängt ab von der Qualität der für die Digitalisierung verwendeten Grundlagen.

Kriterien:

- die Lagetreue der LFP3 seit der Ersterhebung und der Anschluss-LFP in der Nachführung
- der Massstab der Grundbuchpläne (1:500 als Grenze, 1:1'000 und kleiner ungeeignet)
- Ersterhebung und Umkartierung: die Kartierungsqualität, teilnumerische→automatische oder halbgrafische→manuelle Kartierung, für genauere Zwecke im Sinne einer AV93-Konformität werden wohl nur automatisch kartierte, neuere Pläne brauchbar sein.
- Planverzug: Alu- oder (ev. auf Alu aufgezoene) Kartonpläne

Konzept für die Erneuerung der AV

- die Nachführungsintensität auf dem Originalplan oder nach der Umkartierung
- die Überbauungs- und Leitungsdichte
- die zu erwartende Bautätigkeit

Vorbehältlich genauerer Prüfung darf aber gesagt werden: Automatisch auf Alu kartierte Pläne im Massstab 1:500 mit einer Genauigkeit von ± 5 cm für Gebäudeecken genügen im allgemeinen für die Bedürfnisse der Baupolizei und der Leitungskataster im Nachbarbereich, wenn keine Fassadenverlängerungen angewendet wurden und wenn Kontrollaufnahmen für die Einmessungen vorhanden sind. Mit der Spannungsbefreiung der Lagefixpunkte und entsprechender Interpolation der übrigen Daten werden neuere Vermessungswerke vermutlich sogar recht GPS-tauglich. Bei älteren ist die Interpolation lokal spezifisch und mit grosser Vorsicht anzuwenden.

Allfällige Berechnungen müssten sich überall auf erneuerte Lagefixpunktnetze abstützen.

Ebene Liegenschaften

Aufgrund der geforderten Rechtssicherheit müssen alle Aufnahmen gerechnet sein.

Ebenen Bodenbedeckung und Einzelobjekte/Linien

Differenzen können vor allem auftreten, wenn die Grenzpunkte aus Aufnahmen gerechnet, aber die Gebäude auf dem Plan digitalisiert sind. Es ist im einzelnen durch Kontrollberechnungen abzuklären, inwieweit die beiden Datenbestände (lokal) gegeneinander verschoben sind.

Digitalisierungen von Kartonplänen und Plänen mit kleinerem Massstab als 1:500 werden im Allgemeinen kaum genügen und durch Berechnungen zu ersetzen sein, hingegen sind neuere Umkartierungen 1:500, besonders teilnumerische Operate, d.h. mit automatischer Kartierung und in fertig überbauten Quartieren nach Fixpunkterneuerung vermutlich zur Interpolation geeignet. Der Nachweis der AV93-Konformität und der Brauchbarkeit für Baupolizei und Leitungskataster sollte an einer genügenden Anzahl komplizierterer Bauten für konstruierte Punkte erbracht werden, d.h. an eingemessenen und nicht aus Polaraufnahmen gestochenen oder gar berechneten Gebäudeecken.

Übrige Ebenen

Je nach Resultat der Beurteilung, der Restfehler bei Interpolationen und nach Benutzer-Anforderungen/Kostentragung ist die Methode zu wählen: Provisorische Numerisierung, Katastererneuerung, Zweitvermessung.

**5.5. SCHEMA GRUNDLAGEN UND MASSNAHMEN
(PRIORITÄR IM BAUGEBIET)**

Halbgrafische Periode teilnumerische Umkartierungen

LFP2/3 nicht spannungsfrei, erheblich beschädigt, Orthogonal-Methode, Polaraufnahmen

Teilnumerische bis vollnumerische Periode

- LFP3 nicht spannungsfrei
- **automat. (fehlerfreie) Kartierung, LS berechnet**
- teilnum. Bau/EOL Koordinaten verloren/digitalisiert

Ältere teilnum. Operate: LFP3 beschädigt: Kurze Distanzen, Bau/EOL digitalisiert

Neuere teilnum. Operate: LFP3 intakt el. Distanzmessung, EDV-Ausgl. LFP3 autom. kartierte Pläne 1:500 Bau/EOL Koord. verloren/digitalisiert

Neuere vollnumerische Operate

el. Distanzmessung, LFP3 intakt EDV zugswise Ausgleich. LFP3 Triangulation nicht spannungsbefreit

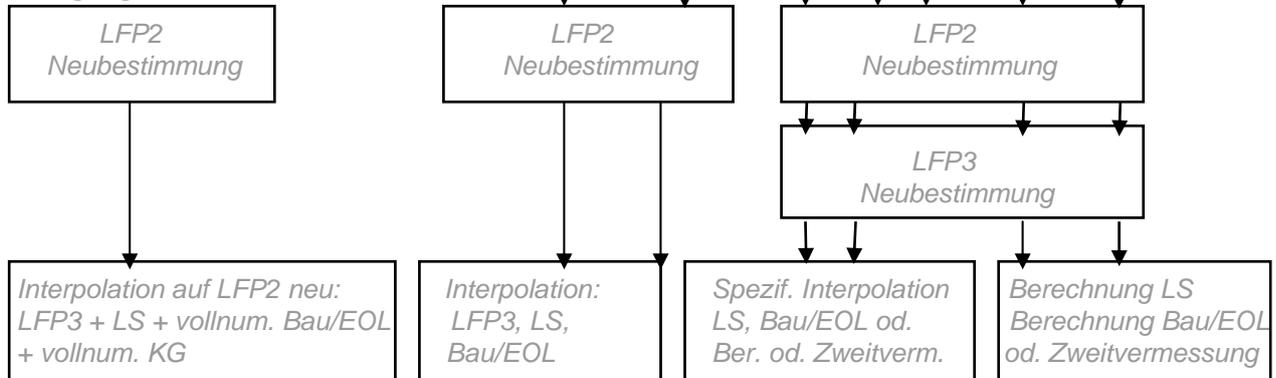
Provisorische Numerisierungen

GB-Pläne neu: teilnum. Ersterhebung teilnum. Umkartierung autom. Kartierung 1:500 LFP3 intakt

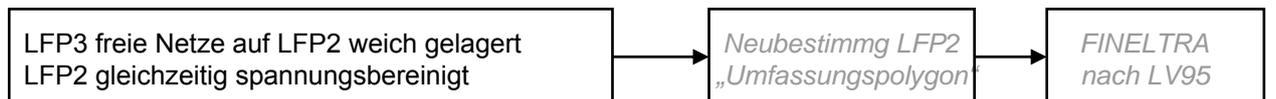
Prov. Numerisierg.

AV + Pläne alt: halbgr. Ersterhebung halbgr. Umkartierung Bau/EOL digitalisiert LFP3: Schäden

Übergang auf LV95 Netz 200



Lokal spannungsfreie Katastererneuerungen



5.6. NACHFÜHRUNG

5.6.1. Laufende Nachführung

Sobald die LFP-Erneuerung durchgeführt ist, können alle Mutationsberechnungen, die Gebäudenachführung sowie Nachführungen ausserhalb der AV numerisch auf die neuen LFP-Koordinaten aufgebaut werden, falls auch die weiteren Daten entsprechend homogenisiert sind.

Da das ganze Gebiet in sich und in LV95 spannungsfrei ist, sind keine Einschränkungen zu beachten als die Auflage, sich auf Anschlusspunkte des Kantons, d.h. dessen Lagerung abzustützen, denn die Verwendung von GPS unter Einbezug der Anschlusspunkte (bis zum Übergang auf LV95) gibt die gleichen Resultate wie eine konventionelle, stationsweise Nachführung.

Bei seinerzeit lokal gelagerten, spannungsfreien Erneuerungen, deren Koordinaten noch nicht ins neue Netz der 200 Punkte integriert sind, ist bis zum Zeitpunkt der Überführung auf einen beliebigen der lokalen GPS-Punkte anzuschliessen.

Sind nicht andere BenutzerInnen auf die LFP der AV angewiesen, so kann bei Anwendung von GPS die Ausdünnung bis auf diese wenigen Anschlusspunkte hinunter erfolgen.

5.6.2. Periodische Nachführung

Im Baugebiet ist die periodische Nachführung kaum aktuell, da die Nachführung laufend erfolgt, gesteuert über die Baubewilligungsverfahren. Weil die Gemeinden ein Interesse an aktuellen Beurteilungsgrundlagen haben, pflegen sie im grossen und ganzen auch das Meldewesen. Im neuen Geoinformationsgesetz sind diesbezüglich überdies zusätzliche Instrumente zur Gewährleistung effektiver Abläufe vorgesehen.

5.6.3. Nachführung von Provisorischen Numerisierungen

Da in diesen Operaten lediglich der bestehende Grundbuchplan mit all seinen Unzulänglichkeiten bezüglich Fixpunktnetz, Fehlern, Verzug und Massstab digitalisiert wurde, sind sie trotz AV93-strukturierten Daten nach wie vor halbgrafische Vermessungen, die auch nach den Regeln der Halbgrafik nachzuführen sind (TVAV Art. 106-108 gelten somit auch für die Nachführung der Gebäude).

Die in den erwähnten Artikeln stipulierte Pflicht zur Einführung bereinigter numerischer Daten kann wiederum nur sinnvoll aufgrund spannungsbefreiter Grundlagen geschehen. Auch vom Nachführungsvolumen her hat die Erstellung des spannungsarmen Netzes der 200 Punkte höchste Priorität. Die dabei erarbeiteten Daten sollten möglichst bald definitiven Charakter erhalten.

Provisorische Numerisierungen gelten im übrigen weiterhin als Vermessungen alter Ordnung (VAV Art. 56.3), die nach VAV Art. 51.2 noch regulär zu erneuern sind.

5.7. ERNEUERUNG UND AKTUALISIERUNG IM LANDWIRTSCHAFTS- UND BERG- GEBIET

5.7.1. Methoden der Numerisierung

Aufgrund des eingeschränkten Detaillierungsgrades in Gebieten mit grossem Planmassstab eignet sich die Plandigitalisierung nur für die Erfassung der im Gelände nicht exakt definierten Elemente wie Waldränder, Wege oder Bäche. Um die Qualitätsanforderungen der Ebene Liegenschaften und in der Ebene Bodenbedeckung für die exakt definierten Elemente wie Bauten nach AV93 und für das Bauwesen zu erfüllen, sind die Elemente im Anschluss an die Fixpunktüberprüfung zu berechnen.

5.7.2. Aktualisierung der Ebenen Bodenbedeckung und Einzelobjekte/Linien

Hier sind immer Quernutzungen zu andern Projekten und grossflächigen Methoden mit einzubeziehen: Photogrammetrie und – im Berggebiet – die Orthophoto und andere Methoden mit geringer Verzerrung; Bereitstellung von digitalen Geländemodellierungen mit genügender Genauigkeit). Vermehrt sind zudem Datensätze von andern Anbietern einzubeziehen. Dabei ist aber der Qualitätsnachweis und dessen Verifikation in allen Fällen zu gewährleisten.

5.8. DATENNUTZUNG AUSSERHALB DER AV, KATASTER 2014

5.8.1. Anpassungen von AV-abhängigen Datensätzen

Systemabhängigkeit: Mit der Erneuerung der AV-Daten werden deren Koordinaten verändert. Daten ausserhalb der AV, die auf Objekte der AV eingemessen wurden, zum Beispiel auf Gebäudeecken und Grenzpunkte, sind dann anzupassen, wenn ihre Genauigkeitsanforderungen denen der AV vergleichbar sind. Erwähnt seien die Nutzungsplanung (Rechtswirkungen, Grenzpunktgenauigkeit) oder genauere Leitungskataster in dicht überbauten Gebieten (Genauigkeit nach SIA 405: ± 10 cm). Die einzusetzenden Instrumente werden von einfachen Transformationen über lokale Interpolationen bis hin zu Neuberechnungen reichen. Dabei wird die Nutzung von Interpolationsfunktionen fremder Systeme sehr erleichtert, wenn nicht sogar erst ermöglicht, wenn die Daten schon heute nach Datenmodellen erhoben werden, die in der Datenbeschreibungssprache Interlis beschrieben sind. Diese Anforderung an die benutzten Systeme ist zwar nirgends rechtlich verbindlich festgelegt, sondern die BenutzerInnen sind z.B. für die Betreuung ihrer Leitungskataster frei in der Systemwahl, aber sie vermeiden in Zukunft ein Vielfaches der heute eingesparten Systemkosten, wenn sie die Anforderungen aus dem Kapitel Datenverwaltung (7.3.1.) beachten. Zumindest wird der Aufwand bei allen Transferproblemen erheblich reduziert.

Zusätzlich wäre es natürlich für alle zukünftigen Anpassungen von grossem Nutzen, wenn sämtliche Berechnungsgänge bei der Aufarbeitung der Daten als Log-File gespeichert bleiben würden, so dass Änderungen an den Bezugsdaten durch einen automatischen Neuberechnungsgang berücksichtigt werden könnten.

Die Unsicherheit darüber, wie und mit welcher Qualität die nachgeordneten Kataster ihre Elemente lokalisieren, bedeutet für die Anforderungen an die Qualität AV sicher, möglichst schnell das Niveau AV93 spannungsfrei anzubieten. Da die AV-Daten heute aber noch in ihrer Qualität recht heterogen sind, lohnt sich für die Wahl der Massnahmen die Differenzierung nach der

Konzept für die Erneuerung der AV

Art der Abhängigkeit der nachgeordneten Daten von den AV-Daten:

- Es wurde in Bezug auf das LFP-Netz gemessen: Fehler in den LFP übertragen sich direkt auf die Daten. Unklar ist oft auch die Auswahl der benutzten LFP, weil gewisse Punkte infolge Bautätigkeit nicht verfügbar waren.
- Die Elemente sind auf die Situation der AV eingemessen, im speziellen Objekte der Ebenen Liegenschaften, Bodenbedeckung und Einzelobjekte/Linien, oft angewendet für Leitungskataster oder bei Bauliniendefinitionen: Je nach Methode werden die Ungenauigkeiten in den AV-Datensätzen vervielfacht durch schleifende Schnitte, einseitige Bogenschnitte, Fassadenverlängerungen, Aufnahmen auf nicht dargestellte Einzelobjekte und Linien oder sogar Schrägmessungen und fehlende Kontrollen. D.h. es handelt sich um Einmessungen, die der Kalibrierung durch spannungsfreie Neuaufnahme der sichtbaren Objekte bedürfen.
- Andererseits wird oft auf Stützpunkte angeschlossen und eingepasst, die auch von der AV verwendet werden. In diesen Fällen genügt eine Einpassung der Datensätze auf die erneuerten Koordinaten der gemeinsamen Anschlusspunkte.

Massnahmen:

Aufgrund LFP-Beurteilung und der Massnahmen analoges Vorgehen wie in der AV:

- Interpolation auf die LFP2 oder LFP2/3 oder sogar
- Interpolation auf die Elemente der Ebenen Liegenschaften, Bodenbedeckung, Einzelobjekte und Linien.
- Kalibrierung der verfügbaren Einmessungen unterirdischer Punkte durch gezielte Neubestimmung der sichtbaren Elemente mit spannungsfreien Methoden und Interpolation der bereinigten Einmessungen auf die neu fixierten Elemente.

5.8.2. Anpassungen in AV-unabhängigen Daten

Neue Erhebungen auf Basis GPS, z.B. von Leitungskatasterunternehmen, werden z.T. ohne Einpassung, d.h. ohne Bezug zur Situation der AV, direkt an AGNES oder an eigene Referenzen angeschlossen. Mit andern Worten: Diese Datensätze sind bereits spannungsfrei, bauen aber auf einem andern Bezugssystem auf. Solange die AV nicht GPS-tauglich gemacht wurde, bestehen zwei parallele Datensätze, die auf sich widersprechenden Grundlagen basieren.

Bedingung für automatische Anpassungen ist auch hier die Beschreibung der Datensätze in INTERLIS, um sie verlustlos herauslesen, interpolieren und wieder in die alten Verknüpfungen importieren zu können.

Massnahmen:

- Die AV ist GPS-tauglich zu machen
- Die verwendete Abstützung ist abzuklären und in die Stützpunkte der AV einzubinden, z.B. durch Interpolation auf die erneuerten LFP2 oder LFP2/3, d.h. es ist die Übertragungsfunktionalität zu ermitteln.

5.8.3. Kataster 2014

Die Vernetzung aller rechtsrelevanten Raumdaten in einem Datawarehouse hat zum Ziel, den BenutzerInnen das mühsame Zusammentragen aller projektrelevanten Daten und den Gang auf die verschiedensten Ämter zu ersparen, die wirtschaftlichen Aktivitäten zu vereinfachen, zu beschleunigen und zu verbilligen. Auch hier geht es um rechtliche Definitionen die sich auf die Situation der AV abstützen: Zonengrenzen, Baulinien, Gebäudeabstände usw., mit den gleichen Problemen der Konsistenz.

5.9. HÖHENANGABEN, DREIDIMENSIONALE KATASTER

5.9.1. Höhenfixpunkte

Im Gegensatz zu den Lagefixpunkten sind die Höhenfixpunkte von untergeordneter Bedeutung. Die Nutzung der Höhenfixpunkte ist sehr gering. Häufiger werden auf die konkreten Zwecke zugeschnittene, lokale Höhennetze erstellt, eine grossräumige absolute Millimeter-Bezugsgrundlage ist nicht erforderlich. Langfristig kann eine mm-Genauigkeit gar nicht garantiert werden, da nicht alle Punkte derart stabil versicherbar sind, dass Einflüsse aus Grundwasserschwankungen, Bodenvernässungen oder Senkungen und Rutschungen ausgeschlossen oder kompensiert werden können. Der Unterhalt der Höhenfixpunkte war dementsprechend gering.

Dennoch werden auch in Zukunft gezielt für bestimmte Zwecke möglichst standortfeste Höhenfixpunkte zu unterhalten sein, wenn sich dafür entsprechende Interessenten und Kostenträger finden. Für wissenschaftliche Zwecke und zur Überwachung einzelner Geländeabschnitte eignen sich Höhenfixpunkte als über längere Zeit verfügbare Vergleichselemente, aber je nach Genauigkeitsanspruch und verfügbaren Modellparametern werden langfristige Bezugspunkte durch andere Verfahren ersetzt werden.

Da der Kanton Luzern weiträumig nicht viele flache Gebiete umfasst, besteht praktisch häufig genügend Gefälle, um den Abfluss zu gewährleisten. Das ist wohl auch der Grund, warum die bestehenden Nivellements-Linien nicht mit letzter Akribie unterhalten wurden.

5.9.2. Bauwesen, Kataster 2014

Für verschiedene weitere Anwendungen aus Raumplanung, Baupolizei und Bauwesen – speziell erwähnt seien die Leitungskataster – sind Höhenangaben elementar:

- Bei Kanalisationen ist neben der Leitungsgeometrie und den Rauigkeitsverhältnissen der räumliche Verlauf, also das Gefälle entscheidend für die Abflusskapazität. Zur Optimierung Genereller Entwässerungsprojekte, für Abfluss- und Variantenrechnungen in EDV sind digitale Geländemodelle unverzichtbar (z.B. für Generelle Entwässerungsprojekte).
- Bei allen übrigen Leitungen ist die Kenntnis der Höhe im Hinblick auf die Bautätigkeit zur Vermeidung von Schäden (Wasser, Kommunikation) und Unfällen (Elektrisch) äusserst wichtig.
-
-
-

-

5.9.3. Genauigkeitsanforderungen

Die in Gebrauch stehenden Höhennetze sind – abgesehen von wenigen Nivellementsnetzen des Bundes oder des Kantons – im allgemeinen **lokal** orientiert. Ihre Genauigkeitsanforderungen richten sich nach der Topografie, da Gefälleprobleme um so genauer behandelt werden müssen, je geringer das Gefälle ist. In der alltäglichen Vermessung ist die erforderliche Genauigkeit vor allem vom konkreten Bauprojekt abhängig: Überwachung von Bodenbewegungen, Bauwerksverformungen, Senkungen und dergleichen. Für konkrete Bedürfnisse werden deshalb zweckgebundene Höhennetze erstellt. Eine grossräumige absolute Millimeter-Bezugsgrundlage ist nicht erforderlich, im Gegensatz zu den Lagefixpunkten ist meist die relative und (noch) nicht die absolute, grossräumige Genauigkeit gefragt.

5.9.4. Digitale Höhenmodelle

Das Bedürfnis nach flächendeckenden digitalen Höhendaten in Form digitaler Höhenmodelle ist bereits heute dringend: Z.B. Bedarf an Orthofotos (entzerrte Luftbilder unter Verwendung eines digitalen Terrainmodells DTM), räumliche Darstellung der Bodenbedeckung zur Beurteilung raumplanerischer Entwicklungen im Hinblick auf Baubewilligungen oder des Wachstums von Wäldern (digitale Oberflächenmodelle DOM).

5.9.5. Zukunft

GPS liefert für jeden Punkt räumliche Koordinaten in einem globalen Bezugssystem, und daraus dessen „ellipsoidische Höhe“, d.h. dessen Höhe über dem Referenzellipsoid, einer geometrisch idealen Rotationsfläche. Eine Wasserwaage oder ein hypothetischer Ozean unter den Kontinenten würden aber nicht parallel zu diesem Ellipsoid verlaufen: Wegen der ungleichmässigen Dichteverteilung im Erdkörper und wegen des Einflusses der Gebirge hätte diese „ruhende Wasseroberfläche“ Buckel und Einbuchtungen. Man bezeichnet diese schwereabhängige „Wasseroberfläche“ als Geoid und deren Abweichungen zum Rotationsellipsoid als **Geoidundulationen**. Die alltäglichen Methoden zur Höhenbestimmung z.B. im Wasserbau richten sich aber nach dem örtlichen Schwerevektor, folgen also diesem Geoid. Deshalb müssen die ellipsoidischen Höhen gemäss dem lokalen Verlauf des Geoids örtlich korrigiert werden, um **Gebrauchshöhen** oder genauer orthometrische Höhen zu erhalten. Mit der zunehmenden Qualitätssteigerung satellitengestützter Methoden (GPS) im cm-Bereich und der Verfeinerung des Geoids werden die grossräumigen Bedürfnisse zwar zunehmend mit dieser Methode abgedeckt. Im Nachbarbereich der Millimetergenauigkeit bleiben aber terrestrische Methoden auch weiterhin massgebend.

6. ÜBERFÜHRUNG IN LV95

6.1. ZWECK UND VORGEHEN

6.1.1. Anlass

Wie bereits in den Kapiteln 1.1., 1.6. und 4.1.2. erwähnt, hat das Bundesamt für Landestopographie angesichts der Verfügbarkeit der neuen satellitengestützten Methoden zur Erstellung spannungsfreier Vermessungen über das ganze Land ein neues Grundlagenetz gelegt, das 1995 fertiggestellt wurde und das deshalb als Landesvermessung 1995 (LV95) oder auch als neuer Bezugsrahmen LV95 bezeichnet wird.

In Kapitel 1.2. wird in den Abschnitten Spannungsfreie Koordinaten und Lagefixpunkte gezeigt, dass die heutigen Punktkoordinaten Widersprüche zu den neuen, LV95-basierten Lagebestimmungen aufweisen, in den Kapiteln 2.1.3 und 4.1.4 wird dies näher erläutert.

Um diese Widersprüche zu beseitigen, sind die herkömmlichen Datensätze an den neuen Rahmen anzupassen, einerseits durch reguläre Erneuerungen, andererseits durch Interpolationen und Transformationen.

FINELTRA: Kann vorausgesetzt werden, dass die Triangulation und das darauf aufgebaute Polygonar noch weitgehend unbeschädigt sind, so genügt es, die Widersprüche in den Triangulationspunkten (Stützpunkten) zu ermitteln und die übrigen Daten durch lineare Transformationen innerhalb der durch die Stützpunkte gebildeten Dreiecke (finiter Elemente, deshalb der Name FINEL-TRA) zu überführen.

6.1.2. Leistungsgrenzen der Methode FINELTRA

Eigenschaften

- FINELTRA besteht im wesentlichen aus Affin – Transformationen und modelliert demgemäss vor allem die Bedingungen in Netzen mit allseits gut verknüpften Punkten wie Triangulationsnetzen oder auf Stufe Detailaufnahme Orthogonalvermessungen. Unbereinigt bleiben aber Spannungen aus polygonalem, d.h. zugsweisem Netzaufbau, im speziellen Aufwölbungen infolge Anschluss-, Winkel- und Hufeisenproblemen und Zwänge infolge der Polarmethode. Diese werden nicht korrigiert sondern gehen voll in den transformierten Datensatz ein.
- Die Transformationsmethode FINELTRA beseitigt lokale Widersprüche nicht. Generell ist der Einfluss aus Beschädigung erheblich bedeutender als aus Netzspannungen: Keine der bisherigen Erneuerungen hat in den Vektoren eine Systematik erkennen lassen, die es erlauben würde, vor der Neubestimmung Regeln für eine vorausschauende Wahl repräsentativer Stütz- oder Kontrollpunkte abzuleiten (Beispiel: Netz Triengen – Dagmersellen). Dies gilt besonders für die LFP3, bei denen die Lageverschiebungen noch erheblich gravierender sind und oft bis zum Verlust reichen.
- Fehlende Invarianz: Die Abbildung als Affintransformation ist nicht konform, sie verändert die Geometrie, bei grossen Stützpunktabständen im engen Nachbarbereich allerdings kaum spürbar.

Folgerungen

- FINELTRA kann Erneuerungen nicht ersetzen. Sie eignet sich demnach nur problemlos für die Fälle der spannungsfreien Inseln und neuere Ersterhebungen sowie bei entsprechender Vorsicht generell für das Landwirtschaftsgebiet.
- Ganz ungeeignet ist sie bei unsystematisch verteilten lokalen Widersprüchen, da sie lokale Lageverschiebungen von LFP2/3 (Rutschung, Beschädigung) direkt auch auf die unverstärkte Umgebung überträgt.
- Ungeeignet ist sie auch zur Überführung bestehender Numeriken, wenn als Stützpunkte die LFP3 gewählt werden und deren Verschiebungsvektoren unsystematisch verteilt sind, da dann auch im Nachbarbereich die Geometrie ändert, indem z.B. die Rechtwinkligkeit der Gebäude oder die Eigenschaft der Gerade bei Einbindern beim Übergang von einem Dreieck zum andern verloren geht.
- Das Netz der 200 Hauptpunkte ist gleichzeitig auch das primäre Stützpunktnetz.
- In Baugebieten mit neueren Ersterhebungen (d.h. lagetreuen LFP3) erfolgt die notwendige Verdichtung nach Bedarf im Rahmen von lokalen Erneuerungen, wobei dann alle LFP2 und netzrelevante LFP3 zu bereinigen sind (Kriterien wie für Katastererneuerungen).
- Im Landwirtschaftsgebiet sind umfangreiche Neubestimmungen der LFP3 infolge der meist verlorengegangenen Lageidentität nicht sinnvoll.

6.1.3. Bereinigung der Spannungen ohne LFP-Erneuerung allein durch FINELTRA?

Auch auf Stufe LFP3 sind in den bisherigen Erneuerungen wie bereits erwähnt die nachbarlichen Widersprüche nach Richtung und Grösse sehr inhomogen verteilt. Die Homogenisierung der Fixpunktnetze LFP3 kann deshalb im Baugebiet sicher nicht nur durch eine Transformation wie FINELTRA oder eine einfache Interpolation auf der Basis von einigen neu bestimmten LFP2- und LFP3 - Stützpunkten erreicht werden. Die LFP-Erneuerung ist schon für die Beurteilung der Massnahmen in vorhandenen Datensätzen unumgänglich, insbesondere auch wegen der Scharnierfunktion der LFP zu andern Anwendungen.

6.2. VORGEHEN IM BAUGEBIET

6.2.1. Konforme Überführung von spannungsbefreiten Erneuerungsinseln

Beim Übergang von LV03 (LV03 alt oder LV03 spannungsbereinigt) auf LV95 dürfen sich bei den relevanten Objekten keine Verzerrungen ergeben. Heute (z.B. mit AGNES) spannungsfrei erhobene Daten müssen dies auch nach der Überführung in LV95 bleiben (Nachführung). Dies gilt umgekehrt auch für den Übergang von Erneuerungen in LV95 auf die dann anzupassenden LV03-Daten, wenn BenutzerInnen noch in LV03, aber dennoch spannungsfrei arbeiten wollen.

Die Erhaltung der in den bisher vollendeten Katastererneuerungs-Operaten erreichte Spannungsfreiheit innerhalb von Baugebieten wird durch geeignete Wahl der Transformationsstützpunkte und Dreiecke auch in LV95 gewährleistet. Die Umwandlung der vorhandenen lokalen LV03neu-Koordinaten in das System LV95 oder in das System LV03neu des Netzes der 200 kantonalen Hauptpunkte geschieht folgendermassen:

Konzept für die Erneuerung der AV

Um die bereits spannungsarm erarbeiteten Datenfelder der Baugebietseinheiten (in LV03neu-Koordinaten aus lokalen Netzen) verzerrungsfrei in die ebenfalls spannungsarme LV95-Umgebung überzuführen, sind diese durch ein damals ebenfalls spannungsarm mitbestimmtes LFP2-Polygon von etwa 4-5 Punkten zu umfassen. Dieses soll das Baugebiet nirgends anschneiden und alle LFP2 sollen darin als spannungsarme LV95neu bestimmt sein. Einige dieser bereits heute in LV03neu spannungsarm verfügbaren Punkte und die 2-3 Gemeindepunkte werden nun neu auch noch im Netz der 200 Hauptpunkte mitbestimmt. Dann sind diese Punkte in LV03 und in LV95 spannungsarm. Es besteht somit eine orthogonale Transformationsbeziehung zwischen der lokalen Erneuerung und der neuen Grundlage der 200 Punkte. Das Umfangspolygon stellt dann gleichzeitig das Stütznetz von LV03neu nach LV95 dar. Es teilt zwar das innenliegende Gebiet ebenfalls in FINELTRA-Dreiecke auf, aber diese bleiben wegen der erhaltenen Spannungsfreiheit geometrisch unverändert. Unter der Voraussetzung der Orthogonalität können die LV95-Koordinaten der Umfangspunkte aber auch aus dem in der früheren Erneuerung gemessenen Bezug zu den 2-3 Gemeindepunkten, die ja bereits in LV95 vorliegen, bestimmt werden, wiederum durch einfache Helmert-Transformation. Kontrollpunkte sind die im Inneren des Baugebiets liegenden LFP2. Beispiel: Hitzkirch Katastererneuerung Los 3.

Dann wird der Übergang von LV03neu nach LV95 für die innerhalb des Polygons liegenden, spannungsfreien Dreiecke wegen der in beiden Netzen herrschenden Spannungsfreiheit konform sein, für die ausserhalb liegenden werden die Differenzen LV03alt zu LV95 der dort gewählten Maschenpunkte die Dreiecks-Transformation definieren. Dabei wird die an LV03neu anstossende Dreiecksseite noch verzerrungsfrei sein, mit zunehmendem Abstand werden aber die Nachbar-Differenzen aus LV03 zu LV95 wirksam werden. Das Gebiet zwischen den letzten neu bestimmten LFP3 des Baugebiets und der anstossenden Dreiecksseite des LFP2-Umfangspolygons im Landwirtschaftsgebiet wird ebenfalls noch unverzerrt nach LV95 überführt, die übernommenen Nachbarwidersprüche aus LV03 bleiben somit unverändert, was gleichzeitig den Übergang vom spannungsbefreiten Baugebiet zum Landwirtschaftsgebiet darstellt.

Aufgrund des knappen Zeithorizontes von wenigen Jahren für die Bereitstellung des Netzes der 200 Hauptpunkte lohnt es sich nicht mehr, diese Operate noch in ein kantonsweites LV03neu-System (ermittelt aus der Lagerung des 200er Netzes in LV03) zu transformieren.

6.2.2. Zukünftige Erneuerungen (oder vereinfachte Zweitvermessungen)

Im Innern ist das Vorgehen bezüglich der LFP3 gleich wie für die übrigen Baugebietserneuerungen. Aufgrund der zeitlichen Nähe soll hier der Übergang von LV03 direkt in LV95 erfolgen. D.h. zukünftige Erneuerungen würden nur noch in LV95 erstellt. Die Rücktransformation dieser Koordinaten in LV03 müsste allerdings ebenfalls spannungsarme Koordinaten liefern, da einerseits ein Vektorplan gegenüber den alten LV03-Koordinaten als Grundlage für die Massnahmen zu erstellen ist und da auch in LV03 GPS angewendet wird. Vorgehen analog der vorhandenen spannungsfreien Erneuerungsinseln.

6.2.3. „Neuere“ Ersterhebungen im Baugebiet

Bedingung für das LFP3-Netz ist, dass

- die Punkte noch an ihrem Originalstandort sind,
- in den Messungen und den daraus abgeleiteten Koordinaten die Messfehler anlässlich der automatischen Berechnung behoben wurden.

Unter diesen Voraussetzungen können somit alle Zwänge auf die fehlerhaften LFP2-Grundlagen zurückgeführt werden. Die LFP2 sind deshalb in optimalem Ausmass neu zu bestimmen. Aufgrund der resultierenden Restfehlervektoren ist zu entscheiden,

Konzept für die Erneuerung der AV

- ob starke Aufwölbungen entstanden sein können und damit einzelne Züge neu zu berechnen und die übrigen Ebenen zu interpolieren sind,
- ob eine einfache Interpolation der gesamten Datenfelder auf die neue, spannungsbereinigte LFP2 - Situation (noch in LV03neu oder direkt in LV95) genügt.

6.3. VORGEHEN IM LANDWIRTSCHAFTSGEBIET

Als Stützpunkte sind netzbezogen wichtige, standorttreue Triangulationspunkte zu wählen, sicher auch Punkte an den alten Triangulations-Operatsgrenzen, um nachbarliche Operate miteinander zu verknüpfen. Eine Ausdünnung unter Anwendung der Regeln des Bundesamtes für Landestopographie, ergänzt mit Hauptpunkten der alten Operate als Stützpunkte (alte Netzpläne) ist angesichts der zufällig verteilten Widersprüche vermutlich aber eher willkürlich. Allenfalls sind noch ehemalige Knotenpunkte oder Anschlusspunkte für grössere Nachführungsvermessungen einzu beziehen.

7. DATENANGEBOT

7.1. GEOINFORMATIONEN

Das neue Geoinformationsgesetz umschreibt die Anforderungen an die raumbezogenen Informationen – Geoinformationen – in geografischen Informationssystemen (GIS) bzw. Landinformationssystemen (LIS), insbesondere an die Daten der amtlichen Vermessung. Es regelt die Methoden und die Abläufe für die Datenverwaltung, d.h. für die Organisation, Beschaffung, Haltung und Veränderung der Daten.

Das kantonale GIS-Datenmodell legt fest, welche Informationen die Datensätze mindestens enthalten müssen und wer zu Veränderungen und zur Abgabe berechtigt ist. Wegweisend ist die langfristige Gewährleistung der Rechtssicherheit. Die Grundlagedaten dienen als Fundament für weitere Datensätze und lassen sich bezüglich ihrer Rechtswirkung wie folgt unterteilen:

Daten mit unmittelbar abgrenzender Rechtswirkung:

- Sie begrenzen direkt gesetzlich umschriebene Rechtsausübungen (z.B. Grenzpunkte: Eigentum; Baulinienpunkte: überbaubarer Teil der Parzelle) bzw. beschreiben den Raum, für den diese Rechtswirkungen gelten.
- Genauigkeit analog den Rechtskatasterpunkten (Eigentumsgrenzpunkten) der AV (Baugebiet 3.5 cm, Zuverlässigkeit so, dass Fehler ausgeschlossen sind, z.B. durch Doppelbestimmung). Beispiele: Parzellen- oder Servitutsgrenzpunkte, Baurechtspunkte, Festlegungen der Nutzungsplanung PBG § 15 (Zonengrenzpunkte, Baupolizei PBG §§ 66, 73, 86), Baulinienpunkte, Begrenzungslinien der Nutzungsplanung, Waldabstandslinien (nach WaldG §§ 10+13), auf welche die Gebäudefassaden gestellt werden. Gleiche Konsequenzen wie Grenzabstände.
- mit reduzierter Genauigkeit: PBG § 91 Planungszonen, Hecken-VO § 6, VO NHS § 7, Umweltschutzkataster EGUSG § 8, Fundstellen, Grundwasserschutz zonen. Begrenzungen WasserbauG; oder mit sehr reduzierter Genauigkeit: Festlegungen der Richtplanung (PBG § 7ff und § 10.3, Richtlinien RR), Lärmschutzzonen, Rutschgebiete ZGB 660 a, Reservate usw.

Daten mit mittelbar abgrenzender Rechtswirkung:

- Bezugspunkte hoher Genauigkeit als Grundlage für die Definition von Punkten des Rechtskatasters: z.B. Gebäudepunkte dort, wo sie als Grundlage für die Festlegung der abgrenzenden Punkte dienen (Projektmutationen, Zonenbegrenzungen, Baugesuche/Gebäudeabstände, Strassenabsteckungen bei vorgegebenen Grenzen zur Vermeidung von Anpassungsmutationen usw.). Bestimmungsqualität der Begrenzung für die Rechtswirkung hängt direkt von Qualität des Bezugselements ab => Anforderungen an Bezugselemente (Bsp.: Baulinie verläuft vor bestehenden Fassaden, Zone geht bis zur Parzellengrenze).
- Rechtskatasterbezugspunkte tieferer Genauigkeit: z.B. zur Festlegung von Strassen- oder Bahnaxen in generellen Projekten.

Raumdaten ohne unmittelbare Rechtswirkung:

Technische Lokalisierungen oder Bezugspunkte mit Grenzpunkt- oder tieferer Genauigkeit wie Einzelobjekte und Linien der AV oder Gebäudepunkte als Bezug für die Einmessung von Leitungskatasterpunkten, Fixpunkte für Lage und Höhe der AV.

7.2. DATENQUALITÄT

7.2.1. Lagegenauigkeit für Punkte der AV-Ebene Liegenschaften

Das Bedürfnis nach rechtsgültiger Feststellung des Eigentums manifestiert sich in ZGB 942 und 950. Die Genauigkeit, mit der die Begrenzungspunkte festgelegt werden sollen, beträgt bis heute unverändert 3-5 cm. Dieses Mass bestimmte auch die Methoden, Art und Dichte der Fixpunkte, die diese Bestimmungsgenauigkeit zu garantieren haben, und es ist seither wegweisend geblieben, bei Eigentums- oder Servitutsgrenzpunkten, Grenzabständen der Baugesetzgebung, parzellenscharfe Festlegungen des Planungsrechts wie Zonengrenzen oder bei nachbarrechtlichen Streitigkeiten. Mit zunehmender Bevölkerungsdichte und mit dem Wunsch nach möglicher Ausnutzung der Grundstücke nimmt die Bedeutung noch zu. Investitionen in die Garantie dieses Masses sind deshalb bezüglich Rechtssicherheit und wirtschaftlichem Nutzen durch Vermeidung von Unsicherheit und als Grundlage für viele bauliche Anwendungen unumgänglich.

Solange grafische Pläne die einzige Arbeitsgrundlage waren, wurden mit Rücksicht auf die Kosten für die Planerstellung praktisch weitgehend die Grundbuchpläne der amtlichen Vermessung oder die Landeskarten in der benötigten Verkleinerung oder Vergrösserung verwendet. Deren Massstab begrenzte auch die erreichbare Darstellungsgenauigkeit. Der Übergang von analogen Plänen auf EDV, in der die Darstellung der Objekte direkt aus Koordinaten aufgebaut wird, ermöglichte es, im Massstab 1:1 zu arbeiten.

7.2.2. Analoge Qualitätsanforderungen wie AV-Ebene Liegenschaften

Öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen wie z.B. Grenzen von Nutzungszonen, Bau- oder Waldabstandslinien sind oft nachgefragte Geoinformationen. Sie sind heute in mehreren kantonalen Datenmodellen innerhalb der AV oder der GIS integriert oder in Einführung (z.B. AG, GR, OW, NW, ZH, SG: kommunal; spezielle Lösungen für Städte). Oft fehlen jedoch Informationen über die Qualität und Verwendbarkeit solcher Daten. Die Qualitätsanforderungen sind grundsätzlich die gleichen wie für die AV-Ebene Liegenschaften.

7.2.3. Qualitätsanforderungen der Ebene Höhen

Die Aussagen zur Lagebestimmung gelten analog auch für die Höhenangaben. Bei Kanalisationen beispielsweise beeinflussen sie direkt deren Leistungsfähigkeit. Dabei ist zu unterscheiden zwischen diskreten Einzelhöhen z.B. einzelner Leitungspunkte einerseits und flächendeckenden Höheninformationen andererseits, wie sie zur dreidimensionalen Darstellung des Geländes oder des umbauten Raumes in Oberflächenmodellen benötigt werden. Auch hier ist deren Qualität unmittelbar entscheidend für die Genauigkeit der davon abgeleiteten Datensätze wie Orthofotos, aber auch für deren Verwendbarkeit in der täglichen Nachführung in der AV und vieler weiterer Kataster oder Anwendungen wie zum Beispiel im Baubewilligungsverfahren.

7.3. DATENVERWALTUNG

7.3.1. Datenkonsistenz, Datenmodellierung

Begriff der Datenkonsistenz

Konsistente Daten enthalten in sich keine Widersprüche und sind auf Plausibilität geprüft. Der vom Datensatz abgedeckte Bereich enthält keine Klaffungen oder Überlappungen. Die Daten sind redundanzfrei, d.h. das gleiche Objekt ist nicht mehrmals beschrieben so, dass sich die Definitionen widersprechen, und es ist vollständig definiert (ein Gebäude ist zum Beispiel eine geschlossene Linie) und alle im Datenmodell vorgesehenen Werte enthalten einen Eintrag.

Probleme entstehen bei der Vereinigung von Datensätzen aneinander stossender Gebiete, indem der gemeinsame Teil der einzelnen Gebietsperimeter identisch sein muss, die gleichen Elemente und die gleichen Verknüpfungen enthalten muss. Solche Ungleichheiten können gesichert nur durch Datenzusammenführungen erkannt und abgefangen werden.

Die Konsistenz wird deshalb am einfachsten durch Zentralisierungsfunktionen in der Datenhaltung des rechtsverbindlichen Datensatzes erreicht, damit ist auch die Oberaufsicht durch den Kanton (vgl. neues Geoinformationsgesetz) erleichtert und Systemdivergenzen können durch eine gemeinsam betriebene Installation vermieden werden, was zusätzlich zur Interlis – Tauglichkeit Rationalisierungseffekte ermöglicht.

Unverzichtbar sind:

- **Mutationsverwaltung**, d.h. Module zur Verwaltung voneinander abhängiger Zustände: Die Veränderung rechtskräftiger Daten darf unter gar keinen Umständen durch willkürliche Eingriffe möglich sein, es müssen mehrere aufeinander aufbauende Zustände verwaltet werden können, eine Umgehung der Reihenfolge muss verunmöglicht sein, jede Veränderung darf nur durch die zugriffsberechtigte Person als gültig erklärt werden können, jede Veränderung muss im Datensatz nachvollziehbar dokumentiert sein. Im besonderen müssen auch „gelöschte“ Zustände jederzeit verfügbar gemacht werden können.
- Verwaltung der verschiedenen **Zustände der Rechtswirksamkeit** (in Bearbeitung, projektiert, rechtsgültig, rechtsgültig aber in Revision) und deren gegenseitiger Abhängigkeit (TVAV Art. 8.1: projektierte Objekte der Ebene Bodenbedeckung sind Teil des Grunddatensatzes).
- **INTERLIS-Tauglichkeit**: Durch Implementierung einer einheitlichen Datenbeschreibungssprache, für die sich in der AV der Standard Interlis als konkurrenzlos erwiesen hat (und der auch der Leitungs-Norm SIA 405 zu Grunde gelegt wurde), und eines einheitlichen Datenmodells ist ein **verlustfreier Datentransfer** zwischen verschiedenen Systeme gewährleistet. Damit fällt einerseits das Problem der Schnittstellen dahin. Gleichzeitig eröffnet sich damit der unschätzbare Vorteil, Datensätze herauszulesen, diese den Funktionen anderer Systeme zu unterwerfen und die Daten in veränderter Form wieder einzulesen, ohne dass die Verknüpfungen im Herkunftssystem dabei zerstört werden.
- **Inkrementelle Nachführung** (Interlis 2, s.u.): Benutzer von grösseren Datensätzen, die diese nach Übernahme für ihre Zwecke angepasst haben (Neupositionierungen, Verknüpfungen), erhalten nur noch die Veränderungen zum Originaldatensatz. Damit wird einerseits ermöglicht, AV – Daten und Benutzer – Daten interaktiv zu verknüpfen und andererseits wird vermieden, dass bei Ersatz der AV - Daten jedesmal auch alle durch die BenutzerInnen eingefügten Anpassungen wieder angebracht werden müssen.

Datenmodell DM.01-AV

Die Implementierung des neuen Datenmodells DM.01-AV in Interlis 2 (s.u.) mit interkantonal möglichst einheitlichen Mehranforderungen gewährleistet die Erfüllung der genannten Forderungen weitestgehend. Die Bestrebungen der Zentralschweizerischen Regierungskonferenz haben bereits eine Einigung der Zentralschweizer Kantone auf das Datenmodell der Ostschweizer Kantone erwirkt, so dass die Bedürfnisse der beteiligten Kantone nun durch relativ geringe Mehranforderungen befriedigt werden können und durch die gemeinsame Pflege des Datenmodells erheblicher Aufwand eingespart wird.

Da alle neuen Arbeiten nach den Vorgaben der eidgenössischen Vermessungsdirektion (V+D) im neuen Datenmodell auszuführen sind und innerhalb der gleichen Gemeinde das angewendete Datenmodell aus Gründen der systeminternen Konsistenzbedingungen einheitlich sein muss, bedeutet dies die Umarbeitung auch aller heute bereits bestehenden Datensätze, nach den Auflagen der V+D bis 2007, was einem Gesamtaufwand von grob geschätzt Fr. 800'000.- entsprechen dürfte.

7.3.2. Aktualität

Rechtsverbindliche Daten

Benützer dieser Daten sind in jenen Fällen auf Aktualität und Richtigkeit angewiesen, wo die Daten Grundlage für rechtswirksame Entscheidungen sind wie Vertragsabschlüsse zu Eigentumsübergängen oder Servitutsfragen wie Durchleitungsrechte, Baugesuche, Kreditvergaben, Planungsentscheide von Behörden in der Nutzungsplanung oder zu Eigentumsbeschränkungen usw.

Da sich die Verhältnisse aber dauernd ändern können (vgl. Tagebuch zum Grundbuch) und nicht einmal den Betroffenen bekannt sein müssen (vgl. BGE vom 13.2.98 betreffend Rechtsmittelbelehrung durch Stadtrat Luzern) und da auch geplante, in Diskussion stehende, erst beabsichtigte oder parallel laufende Arbeiten einbezogen werden sollten, die vielleicht nur der zu Veränderungen befugten Instanz bekannt sind, und da auch überholte Zustände von Interesse sein können (Bsp.: Baulinien auf alte Strassenaxe bezogen), scheint es sinnvoll, diese Daten entsprechend zu kennzeichnen und sie zwar im kantonalen Zentraldatensatz anzubieten, für Verwendung mit Rechtsfolgen aber einen Verweis auf die zu Änderungen befugte regionale Stelle anzubringen. Eine absolute Aktualität kann nur jene Stelle gewährleisten, die auch über noch nicht bearbeitete Veränderungen voll informiert ist, analog der Funktion des Tagebuches zum Grundbuch. (Zumindest bis zu jenem Zeitpunkt, wenn einmal alle und alles online miteinander klaglos vernetzt sein wird.) Grundsätzlich sollte daher im Datenmodell der Stand der Rechtsgültigkeit dargestellt werden können.

Übrige Daten

Analoge Überlegungen gelten dort, wo die Daten z.B. der amtlichen Vermessung dazu dienen, darauf eingemessene Elemente wie Leitungskatasterpunkte hoher Genauigkeit (SIA 405 4.23 2-4), z.B. in Zentrumszonen, zu definieren. Hier muss der Link durch den Benützer zum verantwortlichen Datenlieferanten direkt hergestellt werden können, um den Nachführungsstand z.B. von Anschlusspunkten bedarfsweise abzuklären.

Dies besonders auch für all jene Daten, die auf einen älteren, bereits wieder gelöschten Zustand bezogen sind. Bspiele: Leitungseinmessungen auf eine Strasse, die später verbreitert oder neu gestaltet wurde, nachträglich mutierte Grenzpunkte oder in ihrem Umriss veränderte oder gar abgebrochene Gebäude.

Interlis 2

Das Bestreben nach möglichst hoher Aktualität wird auch in der neuen Version 2 der Datenbeschreibungssprache Interlis, in Interlis 2 der eidgenössischen Vermessungsdirektion sichtbar, indem beim Transfer von Datensätzen nur noch die veränderten und neuen Elemente übertragen werden. Die Datenempfänger erkennen daher unmittelbar, wo Veränderungen stattgefunden haben. Im weiteren bleiben alle unverändert gebliebenen Daten unangetastet, die Datensicherheit ist maximal gewährleistet. Zusätzlich bleiben auch alle bei den BenutzerInnen erstellten Verknüpfungen an die unveränderten Daten erhalten (s.o.).

7.3.3. Qualität

Rechtsverbindliche Daten

Unter der Voraussetzung, dass nur die zu Veränderungen befugten Stellen und nur mit entsprechend leistungsfähigen EDV – Hilfsmitteln (vgl. Interlis 2) in die Daten eingreifen können, darf davon ausgegangen werden, dass die im Verzeichnis stehenden Daten ungeachtet ihres Nachführungsstandes den angegebenen Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen der entsprechenden Fachbereiche genügen. Wesentlich ist die klare Zuweisung der Kompetenzen und die Implementierung entsprechender Zugriffssperren und Nachführungsroutinen. Zur Haftung der Datenlieferanten: Für die amtliche Vermessung ist sie in ZGB 955 den Kantonen aufgebürdet und erstreckt sich auch auf die Folgekosten, nach Bundesgericht allerdings eingeschränkt durch die Verjährungsfrist von 10 Jahren.

Übrige Daten

Bei Digitalisierungen sind Rückfragen nach der Genauigkeit der verwendeten Plangrundlagen gut denkbar, da diese Koordinaten zwar in mm angegeben werden, aber je nach Massstab der Planvorlage nur dm-Genauigkeit oder noch tiefere Anforderungen zu erfüllen vermögen.

7.3.4. Meldewesen

Auch hier sind die Anforderungen wieder in Abhängigkeit von der Rechtswirkung der Daten und von den Konsequenzen beim Auftreten von Unzulänglichkeiten gegeben. Die Meldung nachführungspflichtiger Veränderungen bis hin zur Ersatzvornahme und die Kostentragung nach dem Verursacherprinzip wird im Rahmen des neuen Geoinformationsgesetzes geregelt.

Auch alle öffentlich-rechtlichen Veränderungen wie z.B. Zonenplanrevisionen, zu deren Festlegung die Absprache mit kantonalen Stellen erforderlich ist oder die direkt im Auftrag kantonalen Stellen bearbeitet werden, könnten nur bei einem konsequent eingerichteten Meldewesen oder fester Vernetzung zentral rechtsgültig angeboten werden.

Je nach Datenart, -herkunft, -thema ändert überdies die Häufigkeit der Nachführung. Beispiel: Grundwasserschutzzonen, archäologische Fundstellen, Begrenzungen von Grundwasserträgern usw. sind vermutlich nur in langfristigen Perioden Veränderungen unterworfen.

7.3.5. Organisation der Nachführung

Anforderungen

- Die **Infrastruktur** muss die spezifischen Anforderungen an die Datenverwaltung bezüglich Konsistenz und Verwaltung der Rechtszustände rechtskräftig / projektiert / in Revision im Sinne einer zwingenden Mutationsverwaltung technisch und personell erfüllen, den Datentransfer durch Interlis-Tauglichkeit erleichtern und redundanzfrei (keine Doppelverwaltung) sein.
- **Regionale Konzentration** der Dienstleistungen zwecks Kundennähe muss gewährleistet sein, die lokalen Kenntnisse und Entwicklungen sollen den KundInnen erhalten bleiben. Optimierungen (z.B. EDV-Infrastruktur, Verknüpfungen zu andern Systemen, Verwaltungseinheiten und AnbieterInnen von Informationsdienstleistungen) sollen umfassend weitergenutzt werden. Eine gewisse Amortisationsgarantie soll Innovation und Entwicklung fördern, langfristig planbar machen und einen gesamtwirtschaftlich schädlichen Wildwuchs verhindern.
- **Eingespielte Beziehungen** zu AV-verwandten Institutionen wie Grundbuchämtern, Bau- und Planungsabteilungen der Gemeinden sollen weiterhin genutzt werden können.
- Die geplante on-line Verbindung zwischen Grundbuchamt und Nachführungsgeometer muss auf der Basis **gegenseitigen Vertrauens**, fest installierter, kontrollierbarer, vernetzter Arbeitsstationen und hoheitlich garantierter Datensätze effizient und zweifelsfrei ausgestaltet werden.

Längerfristige vertragliche Bindung

Aus den Abklärungen des Kantons Bern geht hervor, dass vertraglich geregelte Beziehungen zwischen den Gemeinden oder dem Kanton einerseits und rechtlich fassbaren, lokal eingebundenen, ausgewiesenen Spezialisten (Inhaber des Eidg. Patents für Ingenieur-Geometer) andererseits langfristig die gesamtwirtschaftlich beste Lösung darstellen, indem Rentabilität und Kundennutzen optimiert werden. Ihre EDV – Systeme erfüllen aufgrund der gesetzlichen Auflagen bereits heute alle Anforderungen, wie sie für die Verwaltung rechtswirksamer Daten für den Grundbuchplan unverzichtbar sind (vgl. Kapitel Datenkonsistenz). Sie sind das Resultat jahrzehntelanger Entwicklungen, zum Beispiel gründet die Entwicklung der universell anwendbaren Prinzipien von Interlis in den Anforderungen der amtlichen Vermessung. Die Implementierung z.B. der Mutationsverwaltung in Geografischen Informationssystemen könnte je nach Anwendung die Arbeit behindern.

Die **Datenverwaltungssysteme der Nachführungsgeometer** sind deshalb prädestiniert für die Übernahme dieser Aufgaben auf Stufe Gemeinde und Region. Es ist nicht sinnvoll, kaum amortisierbare Parallelstrukturen aufzubauen. Die Betreiber der vorhandenen Rechtskatastersysteme sind somit geeignet, zum tragenden Teil des Qualitätsmanagements aller Raumdaten mit Rechtswirkungen zu werden:

- Sie sind in ihrer Verantwortung für Unterhalt und Nachführung in Feld und Büro vertraglich eingebunden und damit fass- und haftbar.
- Sie können durch ein minimales, gesichertes Auftragsvolumen der Nachführung die fortlaufende Modernisierung der Infrastruktur gewährleisten. Sie sind als Erste und seit Jahrzehnten mit den methodischen und technischen Anforderungen vertraut und sichern die Qualität durch fortlaufend weiterentwickeltes Know-how in Betrieb, Aus- und Weiterbildung.
- Sie sind an einem langfristigen Qualitätserhalt der Arbeitsgrundlagen deshalb am optimalsten interessiert, weil sie in ihrer Nachführungstätigkeit fortgesetzt daraus Nutzen ziehen können oder andernfalls Nachteile in Kauf nehmen müssten. Dies würde ihre Dienstleistung in Frage stellen, was sicher nicht in ihrem Interesse wäre.
- Sie sind durch gute lokale Vernetzung mit Gemeinde und Bauentwicklung besonders geeignet, die BenützerInnen optimal zu bedienen und zu beraten.

Konzept für die Erneuerung der AV

Rationalisierung und Arbeitsteilung

Durch Arbeitsteilung zwischen den Luzerner Büros könnte der heute geforderte Spezialisierungsgrad auf allen Gebieten noch besser erreicht werden. Gewisse Methodenbereiche könnten noch intensiver gepflegt werden wie die Photogrammetrie. Wiederholungen oder Parallelitäten beim Aufbau von Know-how würden vermieden. Die Massnahmen könnten von vertraglichen Arbeitsteilungen bis zur Neueinteilung der Nachführungskreise reichen.

Grundbuchkreise

Die Zusammenarbeit zwischen Grundbuchamt und Nachführungsgeometer ist nicht nur nach der Zweckbestimmung der AV gemäss ZGB so eng wie möglich zu gestalten, sie senkt ganz eindeutig auch den Aufwand der BenutzerInnen von Grundbuch und Vermessung, schafft und nutzt Synergien für die Behörden und die Privaten. Dieser gesamtwirtschaftliche Nutzen drückt sich aus in der Vermeidung von Abklärungsaufwand bei Rechtsgeschäften und bei der Optimierung und Koordinierung der raumplanerischen und baulichen Tätigkeit in der und durch die Gemeinde. All dies ist bei der Freigabe der Nachführungstätigkeit in Frage gestellt.

7.3.6. Folgerungen

- Der Zentraldatensatz kann den aktuellen Informationsstand nur dann zuverlässig anbieten, wenn ein Verweis zum Mutationsberechtigten bzw. eine direkte Verbindung online zu den Verantwortlichen und zu den lokalen Instanzen hinführt. Die Nähe zum täglichen Geschehen gewährleistet am sichersten den Einbezug aller relevanten Informationen, besonders für Abfragen rechts- oder kostenwirksamer Daten externer Herkunft.
- Informationen wie Urheber, Erstellungsdatum, letztes Nachführungsdatum, Rechtswirksamkeit und -verbindlichkeit, Genauigkeit / Zuverlässigkeit sind elementar für eine zeitgerechte und rationelle Planung durch die BenutzerInnen, diesbezügliche Fehler zum Teil mit erheblichen Kostenfolgen verbunden (Bsp.: Projektierung auf rechtlich überholter oder technisch unzuverlässiger Grundlage; Kenntnis, ob die Punkte eines Leitungskatasters aus einer Digitalisierung irgendwelcher alten Einmesspläne oder aus einer neuen, z.B. satellitengestützten Messung stammen), ev. Haftungsangaben über den Datenvermittler.
- Für die Datenherrschaft kann auch von Interesse sein, wer ihre Daten wann verwendet hat, z.B. als Sammelinformation pro Datensatz im Hinblick auf Nachführungen. Die entsprechenden Meldungen werden bei zentraler Datenabgabe durch die Abgabestelle garantiert.

7.4. DATENVERFÜGBARKEIT

7.4.1. Analoge Dokumente

Feldaufnahmen

Die Feldaufnahmen verlieren zwar mit der elektronischen Datenverarbeitung unter der Voraussetzung spannungsbefreiter Punktfelder in dem Masse an Bedeutung, als die Koordinaten die effektive Lage korrekt angeben, d.h. der Übergang von relativer Punktbestimmung zu absoluten Methoden vollzogen ist. Bei den Mutationsakten sind die entsprechenden Aufnahmen aber nach wie vor in Papierform zu dokumentieren, um Fehler irgendwelcher Art nachvollziehen zu können. Hingegen kann die Mikroverfilmung in diesen AV93-konformen Gebieten in Frage gestellt werden.

Analoges gilt beim Einsatz von GPS: Es sind die Anschlusspunkte, die Einpassungsmessungen und –resultate mit den Geräteeinstellungen sowie die Resultate der neuen Aufnahmen abzulegen.

Feldhandrisse, Aufbereitungshandrisse

Für die Verifikation und die Dokumentation sind die Unterlagen wie bisher bei den Mutations- bzw. Erneuerungsakten abzulegen.

Beim Einsatz von GPS enthält der Handriss wie bisher die Anschlusspunkte und die neu erhobenen Elemente.

7.4.2. Informationsgehalt der Datensätze (Meta-GIS)

Für die AV sind die entsprechenden Minimalanforderungen auf Bundesstufe geregelt. Auf Stufe Kanton besteht im Bereich AV das Bestreben eines gemeinsamen Datenmodells mit den übrigen Zentralschweizer und den Ostschweizer Kantonen. Das Meta-GIS als Informationsplattform des kantonalen GIS über verfügbare Datensätze und ihren Inhalt wird in Zusammenarbeit mit dem Kanton Aargau erstellt.

7.4.3. Daten ausserhalb der amtlichen Vermessung

Für die Raumplanung wurde im Rahmen des Entwurfs der „Richtlinien zur Erstellung digitaler Zonenpläne“ ein Datenmodell erarbeitet, aber die verbindliche Darstellung der Rechtskraft der Daten im kantonalen Datensatz blieb ausgeklammert. Dies bedeutet für die BenutzerInnen, dass die Zuverlässigkeitsgarantie nach wie vor aus den analogen Zonenplänen abzuleiten ist und dass die rechtsrelevanten Festlegungen aus der Raumplanung nicht adäquat im Datensatz abgebildet werden und somit der Datensatz diesbezüglich für die BenutzerInnen nur beschreibend-informativen Wert besitzt. Andererseits ist damit das Fehlen der Ebene Raumplanung im kantonalen AV-Datenmodell etwas gemildert. Die Rechtsetzung ist im Planungs- und Baugesetz entsprechend zu ergänzen.

8. KOSTEN UND FINANZIERUNG, PRIORISIERUNG

8.1. KOSTENTRÄGER UND NUTZEN

Gemäss dem neuem Geoinformationsgesetz ist die amtliche Vermessung eine Aufgabe des Kantons mit der Konsequenz, dass sämtliche Kosten – nach Abzug der Bundesbeiträge – zu seinen Lasten gehen. Der Nutzen (vgl. 2.3) besteht einerseits in den erzielbaren Einsparungen bei der laufenden Nachführung und andererseits in der Vermeidung der Mehrkosten für spätere Anpassungen in allen betroffenen Datensätzen, wenn momentan auf die Erneuerung verzichtet würde. Im weiteren entstehen wesentliche Vereinfachungen für die BenützerInnen.

8.2. FINANZIERUNG

Die Finanzierung ist gesichert, wenn die bis anhin für die AV eingesetzten Mittel von ca. 1 Mio. Fr. weiterhin zur Verfügung stehen. Dabei sind aber zusätzlich die nach alter Rechtsordnung von den Gemeinden aufgebracht Beiträge vom Kanton zu ersetzen, weiter ist der bei Erneuerungen tiefere Bundesbeitragsatz auszugleichen. Gesamthaft sind demnach vom Kanton etwa 1.5 Mio. Fr. jährlich an Mehrbeiträgen bereitzustellen.

Gebühr für die Benützung der Grundbuchvermessungswerke

Für die Zwecke der Erneuerung erhebt der Kanton nach der Verordnung über die Gebühr für die Benützung der Grundbuchvermessung SRL 229 auf die Nachführungskosten der AV eine Gebühr von 15 %, was bei Kosten von ca. 4 Mio. Fr. pro Jahr (ohne MWSt.) einer jährlichen Abgabe von ca. 0.6 Mio. Fr. entspricht.

Datenlieferungen

Die jährlichen Einnahmen aus Datenlieferungen betragen ca. 0.15 Mio. Fr., Rechtsgrundlage ist die Verordnung über die Gebühren für den Bezug von Auszügen und Auswertungen der amtlichen Vermessung SRL 229a.

Dienstleistungen für das Grundbuchwesen

Das Grundbuch leistet als Abgeltung für Erstellung, Begleitung und Aufsicht der AV einen Beitrag von ca. 1.15 Mio. Fr.

Gesamthafte Einnahmen

Gesamthaft verfügt die AV also über Einnahmen von ca. 1.9 Mio. Fr., um den Betrieb des Vermessungsamtes und die Beitragsleistungen an die Kosten von Vermessungsarbeiten zu decken, wobei an die Nachführungskosten keine Beiträge ausgerichtet werden.

Zusätzlich fliessen Handänderungs- und Grundstückgewinnsteuern von jährlich etwa 45 Mio. Fr. in die Staats- und Gemeindekassen.

Die wirtschaftliche Bedeutung zeigt sich an der Summe grundpfandgesicherter Hypothekarkredite im Kanton Luzern von ca. 27 Mrd. Fr. (Statistisches Jahrbuch 2002).

Konzept für die Erneuerung der AV

8.3. KOSTENZUSAMMENSTELLUNG

Die Tabelle enthält neben den Projekten zur Erneuerung auch die absehbaren, ausstehenden Datenmodellanpassungen, die Einführung der EDV-Register für das Grundbuch, Erst- und Zweiterhebungen infolge Zusammenlegung, rasche Datenbereitstellungen, nicht aber die periodische Nachführung, wie z.B. das Projekt Landwirtschaftliche Nutzflächen (Finanzierung durch Landw.).

Die Dringlichkeit ist durch die Priorisierung mit P1, P2, P3 angegeben:

Projekt	Bundes- beitrag % ca. %	Gesamt- kosten Mio. Fr.	Bundes- beitrag Mio. Fr.	Kantons- beitrag Mio. Fr.
A Erneuerungsarbeiten:				
P1 Netz 200	32 %	0.46	0.14	0.32
P3 Katastererneuerung (KE) voll/vereinfachte Zweitvermessung (2V) der halbgrafischen (hg) Baugebiete und der Provisorischen Numerisierung in halbgrafischen Gebieten Aufteilung auf Gemeinden	28 %	8.16	2.26	5.90
P2 Reduzierte Katastererneuerung im Baugebiet: Fixpunkterneuerung und Interpolation der bestehenden Datensätze neuerer Operate Aufteilung auf Gemeinden	28 %	8.05	2.25	5.80
P4 DM.01-AV: Umarbeitung bestehender Daten Noch aufzuteilen auf Gemeinden	28 %	0.80	0.22	0.58
P5 Katastererneuerung der halbgrafischen Restgebiete im ÜG bzw. der Provisorischen Numerisierung im halbgrafischen ÜG Aufteilung auf Gemeinden	32 %	15.20	4.86	10.34
B Weitere absehbare Vermessungsarbeiten				
P2 Provisorische Numerisierung ÜG inkl. EDV-Register und teilweise Berechnung der Grenzpunkte und Gebäude Noch aufzuteilen auf Gemeinden	21 %	1.30	0.27	1.03
P3/4 Ersterhebung (P3 Reiden 6 WZ und P3 Reiden 7 GZ, P4 Dagmersellen 5, P4 Altbüron 2 WZ+GZ)	65 %	1.50	0.95	0.55
P3 Zweitvermessung nach GZ/WZ (Ermensee 4 WZ und 5 GZ, Richenthal 4 WZ, Schongau, kleinere GZ/WZ im Seetal)	45 %	1.30	0.58	0.72
P4 Provisorische Numerisierung Ergänzungen aus Projekt LWN z.L. AV inkl. EDV-Register Noch aufzuteilen auf Gemeinden	21 %	0.30	0.06	0.24
Total Erneuerung, Erst- und Zweitvermessungen		37.07		
davon Bundesbeitrag			11.59	
davon Kantonsbeitrag				25.48

8.4. ERLÄUTERUNGEN ZU DEN EINZELNEN PROJEKTEN

8.4.1. Netz 200

	Zeitbedarf Monate	Arbeitsaufwand Arbeitstage
Begehung 230 Punkte, Mitura 2001 2001 und anlässlich früherer Katastererneuerung bereits geleistet	0	90
Dreiecksvermaschung, parallel dazu April 2002 bis Juni 2002	(3)	45
Begehung 70 Punkte inkl. Verknüpfung zu den – Kataster- erneuerungen , Mitura, Januar 2002 bis März 2002	3	35
Vermarktungsrevision , 70 Punkte, 2 Gehilfen Februar 2002 bis Mai 2002	3	70
Erstellung Messplan und Programm, Mitura/Löffel Juni 2002	1	10
Submission GPS-Messung: Transformationsstützpunkte + Kontrollpunkte+ umliegende Anschlusspunkte: 600 Stationen, Dritte, Juli 2002,	1	10
GPS-Messung , 200 Punkte + Kontrollpunkte + 50 umlie- gende: 600 Stationen, 10 Stationen/Tag, 3 Rover à 20 Messtage, August bis September 2002	2	110
Auswertung, Bereinigung, Nachmessungen, Bericht Oktober bis Dezember 2002	3	30
Tridat, Anerkennung Januar bis März 2003	3	60
Total Tage	14	460
Kosten		460'000
davon Bundesbeitrag		152'000
davon Kantonsbeitrag		308'000

In diesen Kosten **nicht enthalten** sind die Aufwendungen für den **Übergang auf LV95**, einerseits weil dieser Aufwand unter der Voraussetzung des baldigen Wechsels in den Erneuerungskosten der Datensätze nach Fixpunkterneuerung implizit enthalten ist, und andererseits weil bei Annahme eines weiten Zeithorizonts diese Kosten – und besonders jene in den nachgeordneten GIS – Datensätzen schwer abschätzbar sind. Vgl. hierzu das Detailprojekt Konsequenzen der neuen Landesvermessung für die raumbezogenen Daten vom 31. 3. 1998.

8.4.2. Umarbeitung im Baugebiet auf Standard AV93 spannungsfrei

Vgl. Tabelle „Kosten der Erneuerung“ im Anhang.

Die Kostenangaben stützen sich pro Gemeinde auf eine operatsweise Beurteilung der verfügbaren Vermessungsunterlagen (Grundbuchpläne, Feldaufnahmen, Nachführung, Datensätze) und die entsprechenden Massnahmen zur Erreichung des Standards AV93 spannungsfrei, die detaillierten Informationen finden sich in der Tabelle „Kosten der AV-Erneuerung“.

Dabei bedeuten unter der Überschrift „Zone 1“ (Baugebiet) die Kolonnen

- KE voll: In halbgrafischen Vermessungen erfolgt eine reguläre Erneuerung aller Ebenen oder sogar eine vereinfachte Zweitvermessung.
- Je nach Datenqualität sind verschiedene Stufen von KE auch erforderlich in teilnumerischen Gebieten, wenn der Aufwand für die Integration der vorhandenen Daten in die neue spannungsbefreite Umgebung aufwendiger ist, als deren Neuberechnung zusammen mit der Bodenbedeckung, oder bei Fixpunktnetzen, die sich in einem sehr schlechten Zustand befinden.
- LFP2/3 + Int + Bau re + konst: Reguläre Erneuerung der LFP2 und LFP3, Interpolation der vorhandenen teilnumerischen Grenzpunkt- und Gebäudekoordinaten oder Berechnung und Konstruktion der Bauten, soweit ungenügend.
- LFP2 + Interpolat: Erneuerung nur der LFP2, fehlende Elemente digitalisieren und anschließende Interpolation aller Daten in die neue LFP2-Grundlage.

Unter der Überschrift „Zone 2+3“ (Landwirtschaftsgebiet) bedeuten die Kolonnen

- KE LFP2 FINELTRA: In digitalisierten, halbgrafischen Vermessungen erfolgt eine reguläre Erneuerung aller Ebenen (LFP3 sehr reduziert).
- LFP2 + FINELTRA: In teilnumerischen und vollnumerischen Vermessungen sind nur die wichtigeren LFP2 zu erneuern, anschliessend werden die übrigen bestehenden oder ergänzungsweise zu erneuernden Daten in die neue LFP2-Grundlage gemäss Dreiecksvermaschung transformiert.
-
- Gliederung der Massnahmen und Kosten nach dem Erhaltungszustand:

KE voll: Ältere halbgrafische Operate seit 1914 und Provisorische Numerisierung davon

Die LFP3 sind vermutlich erheblich beschädigt und die Messungen und Zugs-Ausgleichungen nicht in EDV fehlerbereinigt. Sie sind weitgehend neu zu messen. Da die Feldaufnahmen aus verschiedenen Zeiträumen stammen, sich aber alle auf das „gleiche“ Polygonar beziehen, sind bei sehr inhomogenen Spannungen (grossen widersprüchlichen Vektoren) die Feldaufnahmen lokal und bezüglich der zugehörigen Lage der LFP spezifisch zu berechnen.

Hektar-Preis: Reguläre Katastererneuerung, also etwa 2'700.-/ha oder vereinfachte Zweitvermessung, etwa 2'900.-/ha.

Kosten: ca. 2639 ha à 2'800.-/ha plus 11 % Zuschlag* Randzonen	Fr. 8.16 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 2.26 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 5.90 Mio.

*Der „Zuschlag für die **Randzonen**“ der Baugebiete berücksichtigt das Erfordernis, über das Baugebiet hinaus zu erneuern, um die Pläne zu vervollständigen, für Kontrollzwecke, angeschnittene Parzellen, für den Leitungskataster und die Nutzungsplanung. Allerdings erreicht dort die Elementendichte kaum 40 % des Baugebiets, was im „Zuschlag“ entsprechend berücksichtigt wurde.

Konzept für die Erneuerung der AV

Reduzierte Katastererneuerung

Kosten (s.u.): 4'000 ha plus 3118 ha plus 11 % Zuschlag Randzonen	Fr. 8.05 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 2.25 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 5.80 Mio.

aufgeteilt auf die beiden Typen

- **Teilnumerische Umkartierungen 1:500 aus älteren halbgrafischen Operaten und Provisorische Numerisierung solcher Umkartierungen**

Die LFP3 sind vermutlich erheblich beschädigt und die Messungen und Zugs-Ausgleichungen nicht in EDV fehlerbereinigt. Sie sind weitgehend neu zu messen. Da die Feldaufnahmen aus verschiedenen Zeiträumen stammen, sich aber alle auf das „gleiche“ Polygonar beziehen, sind bei sehr inhomogenen Spannungen (grossen widersprüchlichen Vektoren) vorhandene Koordinaten entweder lokal und bezüglich der zugehörigen Lage der LFP spezifisch zu interpolieren oder sogar neu zu berechnen. Da die Koordinaten der Gebäude auf Anweisung des VA nicht aufbewahrt wurden, sind sie neu zu rechnen und am Bildschirm aufzukonstruieren

Hektar-Preis: ca. 60 % der Kosten einer regulären Katastererneuerung, also etwa 1600.- / ha.

Bei digitalisierten Bauten in Bauentwicklungsgebieten oder bei hoher Leitungsdichte sind allenfalls lokale (Neu-) Berechnungen notwendig. Der Ansatz berücksichtigt die Berechnung aller Bauten.

Kosten: ca. 4'000 ha à 1'600.-/ha plus 11 % Zuschlag (s.o.) Randzonen	Fr. 7.04 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 1.97 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 5.07 Mio.

- **Neuere, teilnumerische oder vollnumerische Ersterhebungen und spannungsbefreite Erneuerungsinselfn**

Teilnumerische Ersterhebungen:

Da es sich durchwegs um neuere Vermessungen seit den 70er Jahren handelt, müssen lediglich die LFP2 neu bestimmt werden, d.h. diese werden in den letzten 25 Jahren seit der Ersterhebung als standortfest angenommen.

Die LFP3 dürfen als weitgehend unbeschädigt, die Messungen und Zugs-Ausgleichungen in EDV als fehlerbereinigt und die Kartierung als fehlerfrei betrachtet werden. Die Berechnungen sind also nur von den LFP2-Spannungen zu befreien.

Wo die LFP3-Messungen gespeichert sind, kann eine strenge Neuausgleichung auf Basis der neuen LFP2 erfolgen.

- Sind nur die LFP3-Koordinaten in LV03 verfügbar, so ist aus den LFP2-Vektoren zu entscheiden, wo eine Interpolation genügt, wo „Absteckungsberechnungen“ nach 4.3.4. genügen und wo allenfalls zugswise Neuberechnungen erforderlich sind.
- Die neuen LFP3 sind dann die Grundlage für allenfalls lokale Interpolationen der übrigen Ebenen, z.B. infolge Nachführung.
- In maschinell kartierten teilnumerischen Plänen 1:500 können bei mässiger Nutzungsdichte die Bauten digitalisiert werden, die Zulässigkeit der Digitalisierung ist an komplizierten

Konzept für die Erneuerung der AV

Gebäuden durch Berechnung und Konstruktion zu überprüfen. Anschliessend werden sie zusammen mit den Grenzpunkten selektiv in die neue LFP3-Umgebung interpoliert.

Spannungsbefreite AV93-Erneuerungsinself:

Da die vorhandenen Feldaufnahmen bereinigt und in spannungsbefreite Koordinaten umgearbeitet sind, müssen lediglich 2-3 der erneuerten LFP2 neu bestimmt werden, um eine orthogonale Transformation durchführen zu können.

Geschätzter Hektar-Preis: 1/10 der Kosten einer regulären Katastererneuerung, also etwa 260.-/ha, plus Erneuerungsarbeiten infolge Datenmodell u.ä., total 300.-/ha.

Kosten: ca. 3'118 ha à 300.-/ha plus 11 % Zuschlag (s.o.) Randzonen	Fr. 1.01 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 0.28 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 0.73 Mio.

Daraus Baugebiet total

Kosten: Total Baugebiet gerundet	Fr. 16.21 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 4.51 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 11.70 Mio.

Parallel zu den Erneuerungsarbeiten erfolgt auch die **Umarbeitung der bereits vorhandenen Daten auf das neue Datenmodell DM.01-AV.**

Kosten total	Fr. 0.80 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 0.22 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 0.58 Mio.

8.4.3. Katastererneuerung im Landwirtschaftsgebiet

Die provisorisch numerisierten Daten aus den Projekten LWN, LWN-Ergänzung AV und Provisorische Numerisierung ÜG sind irgendwann noch in rechtskräftige Form aufzuarbeiten und es ist eine grobe Fixpunkterneuerung durchzuführen. Preise aus Submissionen, leicht erhöht. Teilnumerische Vermessungen erfordern ebenfalls nur grobe LFP-Überprüfungen.

Kosten:	
Erneuerung: ca. 74'058 ha (Zone 3 darin nur 30 % gewichtet) à 250.-/ha	Fr. 12.77 Mio.
Teil-, vollnumerische Operate: LFP2 + Interpolationen CA. 30'350 ha (Zone 3 darin 30 %) à 80.-/ha	Fr. 2.43 Mio.
Total Landwirtschaftsgebiet gerundet:	Fr. 15.20 Mio.
Davon Bundesbeitrag	Fr. 4.86 Mio.
Davon Kantonsbeitrag	Fr. 10.34 Mio.

8.5. PRIORISIERUNG

8.5.1. Kriterien

Entscheidend für die Berücksichtigung im kantonalen Realisierungsprogramm sind unter anderem:

Rechtliche Vorgaben:

- Richtplanung des Kantons, Entwicklungsplanung der Siedlungsgebiete
- Langfristige kantonale Planung der Infrastrukturanlagen und des Gewässerausbaus.

Bedürfnisse der Öffentlichkeit:

- Auf kommunaler Stufe kann das Bedürfnis nach Erstellung eines digitalen Leitungskatasters eine Erneuerung der Vermessung erfordern, wenn die Elemente der amtlichen Vermessung als Bezug für die Einmessungen dienen. Ohne Erneuerung könnten je nach Einmessverfahren aus der amtlichen Vermessung unzulässige Spannungen eingetragen werden.
- Nicht dringend wäre aber eine Erneuerung, wenn der Leitungskataster als unabhängiger, spannungsfreier Datensatz aufgrund neuer absoluter Feldaufnahmen erstellt würde. Dann könnte nämlich die amtliche Vermessung auch später von ihren Spannungen befreit werden, um Widerspruchsfreiheit zwischen Leitungskataster und amtlicher Vermessung zu erreichen.
- Die Gemeinde will den Zonenplan in digitaler Form bereitstellen. Diese digitalen Daten müssen bezüglich Rechtskraft selbstverständlich den gleichen Anforderungen genügen wie die analogen Angaben aus der Nutzungsplanung, zum Beispiel die Definitionen der Zonengrenzen oder Baulinien. Im Hinblick auf die Rechtssicherheit müssen sie auch der Forderung der Nachhaltigkeit genügen.

Vervollständigung von Datensätzen, Flächendeckung:

Mit verhältnismässig geringem Einsatz kann durch qualitätsfördernde Ergänzungsmassnahmen in kurzer Zeit AV93-Status erreicht werden, gebietsweise oder ebenenbezogen:

- Durch Füllen kleinerer Daten-Lücken in fertig numerisierten Gebieten
- Ebenenweise: Z.B. durch Erneuerung ausgewählter Lagefixpunkte und anschliessende Interpolation von neueren teilnumerischen Gebieten, in denen die Bodenbedeckung aus qualitativ hochstehenden Digitalisierungen stammt.
- Durch rechnerische Aufarbeitung der Gebäude.

Kosten/Nutzen-Verhältnis:

Der Umfang der Nutzung soll gegenüber den Vermessungsinvestitionen möglichst gross sein, es soll eine maximale Wirkung erreicht werden:

- Dies trifft zu in Agglomerationsgemeinden, wo die Nutzungsdichte bereits heute hoch ist und entsprechende Genauigkeitsansprüche bedingt.

Konzept für die Erneuerung der AV

- Wo Ungenauigkeiten und Mängel die höchsten Folgekosten verursachen.
- Bereitstellung definitiver Grundlagen für die Planung und Realisierung von Infrastrukturanlagen, Erneuerungen in Bau- oder Bauentwicklungsgebieten mit kurz- oder mittelfristig zu erwartender Bautätigkeit oder in Bauumlegungsgebieten. In diesen Fällen wäre auch eine entsprechende Kostenverlegung denkbar. Ähnliches gilt für Vermessungsarbeiten im Zusammenhang mit grösseren Tiefbauten.

Förderung spezifischer Gebiete:

Dabei geht es darum, politisch gegebene Leitlinien durch Bereitstellung guter Vermessungsgrundlagen dort optimal zu unterstützen, wo direkte Zusammenhänge bestehen.

Finanzielle Beteiligung durch Interessierte:

Dabei dürfen nicht Ungerechtigkeiten entstehen. Es sollen nicht finanzkräftige Gemeinden anstelle von schwächeren vorgezogen werden, sondern die für schwächere Regionen bereitgestellten Mittel sollen die Bedürfnisse und Wünsche finanzstärkerer nicht einengen oder verzögern. Letzteren soll durch zusätzliche Berücksichtigung im Programm wenigstens die Unterstützung durch den Bund verschafft werden:

- Bevorschussung der fehlenden Kantonsanteile durch die Gemeinde.
- Übernahme von Erneuerungskosten durch Planungsinstanzen, Bauherrschaften und Leitungsunternehmen.

8.5.2. Programm

Ziel bei der Festlegung der Reihenfolge ist, dass nicht Vermessungsabhängige Datensätze auf ungenügend bereinigten Vermessungsdaten aufgebaut werden, da sonst später in beiden Datensätzen Bereinigungsaufwand entsteht.

Die Koordination durch eine kantonsweite Erhebung der Absichten und Planungen der Gemeinden, am besten durch die Nachführungsgeometer, ist für eine rationelle Entwicklung unumgänglich. Die Gemeinden wären über das Programm zu orientieren, um ihnen eine Abstimmung ihrer Tätigkeiten und allenfalls finanzieller Belastungen zu erleichtern.

9. ARBEITSGRUPPE

Das vorliegende Konzept entstand unter Mitwirkung der folgenden Stellen und Fachpersonen:

Bundesamt für Landestopographie, Eidgenössische Vermessungsdirektion:

Dr. Fridolin Wicki

Bundesamt für Landestopographie, Sektion Fixpunkte:

Thomas Signer sel., Werner Santschi

Nachführungsgeometer:

Andreas Heini, Ruswil; Hansjörg Tanner, Kriens

Vermessungsamt Kanton Luzern:

Primus Löffel, Rudolf Mitura, Paul Schumacher (Leitung und Entwurf)

Redaktionelle Überarbeitung:

Thomas Glatthard, Luzern

Das Konzept wurde in 4 Exemplaren erstellt und unterzeichnet.

Für die Arbeitsgruppe:

.....
Der Leiter Abteilung Vermessung
Paul Schumacher

Konzept für die Erneuerung der AV

Genehmigung durch den Kanton Luzern

Justiz-, Gemeinde- und
Kulturdepartement

Vermessungsamt
des Kantons Luzern

.....

Der Justizdirektor
Regierungsrat Dr. Paul Huber

.....

Der Dienststellenleiter
Thomas Hösli

Luzern, den

Luzern, den

Genehmigung durch vorgesetzte Bundesstellen

Bundesamt für Landestopographie

.....

Leiter Eidgenössische Vermessungsdirektion
Jean – Philippe Amstein

.....

Oberleitung/Oberaufsicht
Dr. Fridolin Wicki

Wabern, den

Wabern, den

ANHANG

RECHTSGRUNDLAGEN

Bund

ZGB 656: Eintragung ins Grundbuch als Voraussetzung für den Erwerb von Grundeigentum, 669: Pflicht der GrundeigentümerInnen zur Abgrenzung der Grundstücke, 668: Grundbuchplan zur rechtskräftigen Darstellung der Grundstücksgrenzen, 950: Durchführung einer amtliche Vermessung als Voraussetzung für die Anlage des Grundbuchs, Kompetenz des Bundesrats zur Festlegung der diesbezüglichen Darstellungsrichtlinien, Auszüge aus dem Plan für das Grundbuch zur Bereitstellung öffentlicher Urkunden nach ZGB 9 für den Rechtskataster, 955: Kantonshaftung aus fehlerhafter Grundbuchführung, präzisiert und eingeschränkt (Verjährung des Schadenersatzanspruchs) in BGE 119 II 216 Nr. 44.

Bundesbeschluss über die Abgeltung der AV vom 20. März 1992 und 18. März 1994, SR 211.432.27: Er legt die Grundsätze für die Beitragsbemessung an die AV auf Stufe Bund fest.

Strategie der amtlichen Vermessung vom 1. Jan. 2002: Es sind definitive Lösungen anzustreben.

LV95:

Bericht L+T Terrestrische Bezugssysteme und Bezugsrahmen für die Schweiz. Landesvermessung LV95 vom 6.95

Bericht „Konsequenzen der neuen Landesvermessung LV95 für die raumbezogenen Daten (RD/LV95), Bericht Oktober 1995 sowie Detailprojekt vom 31.3.1998, mit Nutzenüberlegungen (gesamtschweizerische Kosten von 60 Mio. Fr. in der AV und von 90 Mio. Fr. in den nachgeordneten Daten. Dies ist kaum realistisch, da in all diesen Datensätzen zuerst Transformationsmodule implementiert oder die Daten vollständig in einer angepassten Interlis-Version beschrieben werden müssten.)

Tagungsbericht zu Mensuration Nationale 1995 MN95 an der EPF Lausanne, 13. Oktober 1995

Verordnung über die amtliche Vermessung (VAV) vom 18. November 1992, SR 211.432.2, Art. 5 und 6: Inhalt der AV, Art. 51.2: Erneuerungspflicht, Art. 21.2: Fixpunkte als erste Etappe zu erneuern, Art. 56.3: Provisorische Numerisierungen bleiben Vermessungen alter Ordnung, Art. 1.2. AV als Grundlage für Landinformationssysteme.

Technische Verordnung über die amtl. Vermessung (TVAV) vom 10. Juni 1994, SR 211.432.21, Art. 37.1: Die Überführung von Vermessungen alter Ordnung in Vermessungswerke neuer Ordnung erfolgt in Erneuerungen, Art. 8.8: Nachführungsstand aller Objekte ist als Attribut in den Datensatz aufzunehmen, Art. 31.3: Rechnerischer Genauigkeitsnachweis für jeden Punkt.

Vierjähriger Leistungsauftrag und jährliche Leistungsvereinbarung mit der eidg. Vermessungsdirektion.

Bundesgesetz über den Wald vom 4. Oktober 1991, SR 921.0, Art. 10.2: Anordnung von Waldfeststellungen bei Waldanstoß an die Bauzone, Art 13: Eintrag der Waldgrenzen (statischer Waldbegriff), Art. 17.2: Waldabstandslinien.

Verordnung über den Wald vom 30. Nov. 1992, SR 921.01, Art. 12.2: Angabe der Lage des Waldes in einem Plan, und nach Art. 12.1 dessen Begrenzung in Koordinaten.

Bundesgesetz über das Bäuerliche Bodenrecht vom 4. Oktober 1991, SR 211.412.11, Art. 11: Zuweisung des Gewerbes als Ganzes, Art. 22: Veräusserungsverbot, Art. 58: Realteilungs- und Zerstückelungsverbot.

Konzept für die Erneuerung der AV

Bundesgesetz über die Landwirtschaft vom 29. April 1998, SR 910.1, Art. 102 und Verordnung über die Strukturverbesserungen in der Landwirtschaft vom 7. Dez. 1998, SR 913.1, Art. 35: Zerstückelungsverbot nach Zusammenlegung.

SIA 405Geo Kap. 4 23 2: Einmessgenauigkeit für Leitungen ± 10 cm, diese hat sich aber an der Genauigkeit der Ebene Liegenschaften und Rohrleitungen gemäss TVAV Art. 31 zu orientieren.

Kanton

Dekret über die Grundbuchvermessung vom 18. Februar 1930, SRL 240, § 3: Auftraggeberinnen für Vermessungsoperare sind die Gemeinden, § 2: Justiz- Gemeinde- und Kulturdepartement als Genehmigungsinstanz für die Erteilung der Rechtskraft der Vermessungsoperare, § 29: Beitragsregelung.

Reglement über die Nachführung vom 12. Juni 1958, SRL 244, § 5: Berechtigung zur Auftragserteilung von Grenzänderungen, § 6: Verpflichtung der Amtsstellen zum Auftrag an die Nachführungsgeometer, die realen Veränderungen in der amtlichen Vermessung nachzuführen, § 9.4 Verpflichtung der Nachführungsgeometer zur Rückmutierung nicht angemeldeter Mutationen, § 19: Abgeltungsverfahren bei Gebäudeaufnahmen, § 20 a: Beitragsregelung für Erhaltung und Erneuerung des Vermessungswerks.

Gesetz über die Geoinformationen, Vernehmlassungsentwurf vom 20. Oktober 2001, § 1: Nachhaltige und geordnete Datenerhebung und -verwaltung, § 16: Aufbau eines zentralen Raumdatensatzes, § 24: Durchführung der amtlichen Vermessung ist Sache des Kantons, §§ 32-34: Verursacherprinzip für die Kostentragung.

Verordnung über den Einsatz von geografischen Informationssystemen in der kantonalen Verwaltung vom 5. September 1995, SRL 39 a, §§ 4 und 8: Koordinationspflicht der kantonalen Stellen im Datenmanagement und Koordinationsauftrag an die GIS-Koordinationsstelle.

Planungs- und Baugesetz (PBG) vom 7. März 1989, SRL 735, § 120 ff: Grenzabstände sind Minimalabstände (§ 120.2), § 127: Grenzabstand zum Zonenrand, § 130 ff: Gebäudeabstände sind ebenfalls Minimalabstände (§ 130.2). § 136 Waldabstandslinien sind Baulinien (§ 136.1).

Und viele andere Gesetze und Verordnungen, die Raumdaten und deren geometrische Lagedefinition betreffen.

Gemeinde

Bauordnungen der Gemeinden mit Festlegungen der Nutzungsplanung, welche gemäss Planungs- und Baugesetz u.a. mit Baulinien nach PBG § 66 c zu sichern sind, die den Gemeinden nach PBG § 70.1 das Enteignungsrecht vermitteln.

Gemeindebeschlüsse zur Führung von raumbezogenen Informationssystemen wie lokale Geografische Informationssysteme (GIS) oder Leitungskataster als Planungs-, Koordinations-, Entscheidungs- und Interventionshilfsmittel.

ENTWICKLUNG DER TRIANGULATION IM KANTON LUZERN

Im Kanton Luzern wurde die Triangulation im Mittelland 1926 vollendet, die westlichen und südlichen Teile folgten in den 30er Jahren. Dieser späte Abschluss der Triangulation war durch Sparmassnahmen des Kantons bedingt. Heute lasten auf unserer Vermessungsgrundlage gebietsweise über 80 Jahre und die Periode der massiven baulichen Eingriffe seit dem 2. Weltkrieg durch Hoch- und Tiefbau.

Aus dem Bericht von H. Zoelly, Eidg. Landestopographie (L+T), 1926, geht hervor:

Konzept für die Erneuerung der AV

Die Triangulation des Kantons Luzern stützte sich ehemals auf das Grobnetz der etwa 70 Punkte der „Triangulation Primordiale“ J. Eschmanns für die Erstellung der Dufourkarte. Sie bezog 1837 die Punkte Rigi, Napf, Pilatus, Rothorn, Hohgant, Homberg, Recketschwand, Schiltwald und andere ein und war mit behauenen und schweren Steinen stabil versichert. Für die topografischen Aufnahmen 1854-61 verdichtete E.R. Mohr 1853-55 im Auftrag des Kantons das eidgenössische Netz, versicherte aus Kostengründen die neuen Punkte aber leider nicht mit Steinen sondern mit Holzsignalen. Diese waren bald unbrauchbar. Im Hinblick auf die Revision der topografischen Aufnahmen zur Erstellung der Kartenblätter 1:25'000 nach den neuen eidgenössischen Vorschriften Oberst Siegfrieds wurde von Gelpke 1884 eine Neutriangulation durchgeführt, diesmal mit Steinen versichert, aber in der Messung mit vielen Unsicherheiten behaftet (Exzentren).

Mit der einstimmigen Annahme des eidgenössischen Zivilgesetzbuchs am 10.12.1907 durch die eidgenössischen Räte musste der Schritt von der Landeskarte (dm-Genauigkeit) zur eidgenössischen Grundbuchvermessung (cm-Genauigkeit) gemacht werden, deren Bestimmungen zwölf Monate vor der generellen Inkraftsetzung 1.1.1912 rechtskräftig wurden. Bereits 1862, konsequent ab 1874 unter Siegfried, wurde im Zusammenhang mit der europäischen Gradmessung eine gesamtschweizerische (ohne Wallis und Graubünden) Neubestimmung der 29 wichtigsten Punkte der Triangulation I. Ordnung – unter ihnen Napf und Rigi – an die Hand genommen und bis 1891 abgeschlossen, die alle damals modernen Anforderungen bezüglich Versicherung, Bestimmungsgenauigkeit, Berechnungsmethodik und Projektionssystem erfüllte.

1908, im Hinblick auf die geplante Grundbuchvermessung des ZGB, wurde das heute in Gebrauch stehende Netz II. und III. Ordnung errichtet und 1915 abgeschlossen, das in unserem Gebiet die II. Ordnung-Punkte Pilatus, Recketschwand, Homberg und andere ältere Punkte einschliesst. Die Verdichtung zur IV. Ordnung wurde zeitlich etwas verschoben ab 1912 durch das Kantonale Vermessungsbureau begonnen, so dass darauf von 1916-22 die Grundbuchvermessungen aufgebaut werden konnten, zuerst in den flacheren Teilen des Kantons und ab den 40er Jahren bis heute in den steileren Lagen.

ABKÜRZUNGEN

Gesetzliche Grundlagen des Bundes

- AV Amtliche Vermessung, früher als Grundbuchvermessung bezeichnet
TVAV Technische Verordnung über die AV vom 10. Juni 1994
VAV Verordnung über die AV vom 18. November 1992

Vermessungsoperete

- EE Ersterhebung, früher Grundbuchvermessung, Neu- oder Parzellarvermessung (PV)
2V Zweitvermessung: Neuerliche EE z.B. infolge Güterzusammenlegung
Vereinfachte 2V: Rechtskräftige Grenzen und übrige Situation aus Neuaufnahmen als neue EE, fehlende Vermarkung aus vorhandenen Feldaufnahmen gerechnet
GZ Güterzusammenlegung
KE Katastererneuerung: Berechnung von Koordinaten aus vorhandenen Feldaufnahmen
PN Provisorische Numerisierung: Digitalisierung der vorhandenen Grundbuchpläne
WZ Waldzusammenlegung

Bearbeitungsstandards

- HG, hg halbgrafisches Verfahren, ab 1916: Planauftrag manuell, Flächen abgegriffen, Pläne Karton oder Alu-Tafeln
TN, tn teilnumerisches Verfahren, ab ca. 1967: Feldaufnahmen EDV berechnet, Pläne maschinell gestochen, manuell gezeichnet, Gebäude manuell konstruiert, Distanzen meist elektronisch gemessen
VN, vn vollnumerisches Verfahren: alle im Plan dargestellten Elemente EDV in Koordinaten berechnet, maschinell gestochen und gezeichnet, nicht AV93-konform strukturiert
AV93 Alle Feldaufnahmen EDV berechnet, Netze streng ausgeglichen, spannungsbefreit, Datensätze strukturiert nach kantonalem Datenmodell (7 Versionen)
DM.01-AV: Neues Datenmodell ab 1.7.2002, zur Beschreibung der Objekte der realen Welt in der Datenbeschreibungssprache INTERLIS, geeignet für Gemeinde-Fusionen

Technik

- GPS Global Positioning System: satellitengestützte Methode zur Koordinatenbestimmung
LFP Lagefixpunkte: Bezugspunkte der AV, worauf die Feldaufnahmen eingemessen sind
LFP2 früher die Triangulationspunkte IV. Ordnung, das Hauptnetz auf Stufe Kanton
LFP3 Verdichtung der LFP2, früher als Polygonpunkte bezeichnet, Stufe Gemeinde
LV03 Landesvermessung 1903: terrestrische Winkelmessung, relatives Prinzip, Hierarchie
LV95 Landesvermessung 1995: satellitengestützte, absolute Koordinatenbestimmung
TS Toleranzstufe
ÜG Übriges Gebiet, d.h. Nicht-Baugebiet