Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 91 (1993)

Heft: 9

Artikel: Einfache Katastererneuerungen mittels Digitalisierung = Praktische Untersuchungen

Autor: Matthias, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-234981

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Einfache Katastererneuerung mittels Digitalisierung

Praktische Untersuchungen

H. Matthias

Die Digitalisierung von bestehenden Grundbuchplänen beginnt in der Amtlichen Vermessung eine Rolle zu spielen. In den Jahren 1979/1980 hat dipl. Ing. W. Oswald im Auftrag des Autors dazu praktische Versuche durchgeführt. Im nachfolgenden Aufsatz werden die damalige Aufgabe, die Lösung und die Resultate beschrieben. Diese können als Grundlage für Dispositionen in der Praxis nützlich sein.

La digitalisation de plans cadastraux existants commence à jouer un rôle dans la mensuration officielle. A la demande de l'auteur, des essais pratiques ont été effectués dans les années 1979/1980 par l'ingénieur diplômé W. Oswald. L'article qui suit décrit le problème tel qu'il avait alors été posé, la solution trouvée et les résultats obtenus. Ces derniers seront utiles pour les dispositions à prendre dans la pratique.

1. Einleitung

Grundlage der damaligen Arbeit bildete der Aufsatz «Die Katastererneuerung» [1]. Dort wurden u.a. die Themenkreise:

- Ursachen, die eine Katastererneuerung notwendig machen,
- verschiedene Arten der Katastererneuerung,
- Massnahmen, die im einzelnen erforderlich sein können, behandelt.

Gegenstand der Arbeit von dipl. Ing. W. Oswald, die in [2] umfassend publiziert ist, war die «Einfache Katastererneuerung».

Begriff:

«Unter der einfachen Katastererneuerung oder Plan- und Aktenerneuerung versteht man die teilweise oder gänzlich neue Verarbeitung des Aufnahmezahlenmaterials der Parzellarvermessung und aller Nachführungen. Dabei wird aber grundsätzlich auf ergänzende Feldaufnahmen verzichtet.»

2. Die Aufgabe

Wenn im Rahmen einer einfachen Katastererneuerung alle Original-Grundbuchpläne neu gezeichnet werden sollen, kann dies aufgrund einer Digitalisierung der bisherigen Pläne – mit verschiedenen Verfahren, die hier aber keine weitere Rolle spielen – geschehen. Nun wird bisweilen argumentiert, man solle mit diesen digitalisierten Koordinaten auch gerade einen numerischen Kataster einführen.

Dieser Umstand gab auf Vorschlag von dipl. Ing. G. Nicolet Anlass zur Aufgabenstellung:

- In einigen «typischen» Vermessungswerken seien geeignete Testgebiete auszuwählen.
- In diesen Testgebieten seien die Koordinaten aller Grenzpunkte und aller geeigneten Situationspunkte einerseits durch Digitalisierung und anderseits durch numerische Berechnung aus den Originalaufnahmen, einschliesslich aller Nachführungsmessungen, zu bestimmen
- und einander gegenüberzustellen.
- Für das Vorgehen seien eine geeignete Methodik und die notwendigen EDV-Programme zu entwickeln. Dabei wird auf die Codierung für eine automatische Zeichnung verzichtet.
- Bei der Aufbereitung der digitalisierten Koordinaten von alten Vermessungswerken sind die notwendigen Transformationen wegen Wechsel des Projektionssystems und wegen Blattverzug einzubauen.

3. Lösung

3.1 Allgemeines

Die nachfolgend behandelten Stichproben beschränken sich jeweils auf ein Teilgebiet einer Gemeinde und sollten nicht mehr als 150–200 Vergleichspunkte umfassen.

Als Vergleichspunkte galten alle Grenz- und Situationspunkte, die direkt durch Aufnahmeelemente aus den Fixpunkten abgeleitet werden konnten, d.h. ohne jegliche Linearkonstruktionen.

3.2 Randbedingungen

Bei den untersuchten Vermessungswerken musste es sich um sog. halbgrafische Vermessungen handeln, d.h. die Vergleichspunkte sollten einerseits grafisch auf dem Plan und anderseits durch die auf die Fixpunkte bezogenen Aufnahmeelemente mathematisch bestimmt sein.

Weitere Randbedingungen sind durch die zur Verfügung stehenden Geräte gegeben:

- Digitizer Contraves-Codimat, Typ B, in Verbindung mit Tischcomputer HP 9830.
- Mit diesem Digitizer können nur Planträger verarbeitet werden, die weniger als 2 mm dick sind und kein ferromagnetisches Material enthalten. Pläne auf Alu-Platten konnten leider nicht direkt digitalisiert werden.

3.3 Transformationen

3.3.1 Transformation ins winkeltreue, schiefachsige Projektionssystem

Bei den Vermessungswerken, die für diese Untersuchung verwendet wurden, gab es solche, die noch auf der Bonne'schen unechten (flächentreuen) Kegelprojektion beruhen. Obwohl wegen des Untersuchungszwecks (Vergleich der Genauigkeit von aus Plänen digitalisierten Koordinaten und aus Aufnahmeelementen numerisch berechneten) eine Transformation in die schiefachsige, winkeltreue Zylinderprojektion nicht nötig gewesen wäre, wurde diese Aufgabe auch gelöst.

An sich ist die Koordinatentransformation von einem Projektionssystem in ein anderes, wenn das geodätische Datum (1) dasselbe ist, was in den vorliegenden Fällen zutrifft, funktional durch die Abbildungsgleichungen beider Systeme eindeutig bestimmt. Werke der Parzellarvermessung, die von der Einführung des «neuen» Projektionssystems ab 1903 entstanden sind und bevor die Triangulation 4. Ordnung nach der Einführung des ZGB 1919 (2) in den Jahren 1910 bis 1950... sukzessive entstanden ist, basierten zum Teil auf früheren gemeindeweisen Triangulationen 4. Ordnung, und diese wiederum auf früheren sog. sekundären Triangulationen in den einzelnen Kantonen. Das Bundesamt für Landestopographie (3) konnte aus diesen Gründen in vielen Fällen die o.g. funktionalen Transformationsgleichungen auf die Koordinaten dieser früheren gemeindeweisen Triangulationen 4. Ordnung nicht anwenden. Zwischen den Koordinaten der Punkte früherer Triangulationen und denjenigen der neu entstandenen Triangulationen 2. und 3. Ordnung in den Jahren 1896 bis 1925 ergaben sich Koordinatendifferenzen «alt zu neu», die oft sehr unregelmässig waren. Deshalb verwendete das L+T graphische Interpolationsmethoden für die (vorläufige) Bestimmung der neuen Landeskoordinaten der Punkte alter, gemeindeweise durchgeführter Triangulationen 4. Ordnung.

Aus diesen Gründen war es bei den «alten» Vermessungswerken, die dieser Untersuchung zugrunde gelegt wurden, nötig, auf ähnliche Weise den Koordinatennetzpunkten auf den «alten» Plänen die massgeblichen Werte im «neuen» Projektionssystem zuzuordnen. Für eine mathe-

matische Behandlung mit projektiver Transformation reichten die Stützpunkte nicht aus. Es hätten sich keine anderen Werte ergeben.

3.3.2 Transformation wegen Blattverzug

Der Blattverzug bei den zu digitalisierenden, auf Leinwand aufgezogenen «alten» Plänen ist in der Regel lage- und richtungsabhängig (Laufrichtung von Papier und Gewebe, Feuchtigkeit und Zug beim Klebevorgang). Deshalb wurde zur Entzerrung das Modell der projektiven Transformation (Abb. 1) gewählt.
Für jedes Netzquadrat sind 8 Transformationsparameter zu bestimmen, welche den digitalisierten Netzpunkten direkt die Sollwerte der Projektionskoordinaten (Projektionswechsel) und Entzerrung wegen Blattverzug) zuordnen.
Der festgelegte Programmablauf sah eine Aufteilung der Planfläche in Netzquadrate oder Vierecke, gebildet aus mehreren Netzquadraten, vor, welche einzeln projektiv transformiert wurden. Es konnten auch Randdreiecke definiert werden, welche automatisch affin transformiert wurden.

Anmerkungen:

(1) Das geodätische Datum umfasst einerseits die Wahl einer geeigneten räumlichen Fläche (Bezugsfläche, in der Regel Rotationsellipsoid) mit deren Figur (Form und Grösse) und anderseits deren Lagerung gegenüber dem Erdkörper. Diese klassische geometrische Datumwahl umfasst 6 Parameter (3 Drehungen, 3 Translationen). Sie wurde für die Schweiz. Landestriangulation durch die Schweiz. Geodätische Kommission am Ende des 19. Jh. getroffen: Ellipsoid von Bessel, grosse Halbachse = 6 377 397 m, Abplattung 1/299.1500, kleine Halbachse = 6 356 078,6 m, Ellipsoidachse parallel zur Erdumdrehungsachse, Ellipsoidnormale im Ursprung des Koordinatensystems (Sternwarte Bern) identisch mit Oberflächenlot. Ellipsoidische Breite im Ursprung Bern identisch mit astronomisch bestimmter Breite Bo = 46° 57' 08'',66. Ellipsoidische Länge im Ursprung Bern identisch mit geographischer Länge, definiert zu Lo = 0°,0. Ellipsoidische Höhe des Ursprungs Bern identisch mit Höhe ü. Meer des geometrischen Landesnivellements Ho; (Neuer Horizont). Die wissenschaftlichen Arbeiten an der Landestriangulation im 20. Jh. umfassten auch die Geoidbestimmungen (mit geometrischen und gravimetrischen Methoden). Die geometrische Vermessung des Geoides erfolgt (u.a.) auch gegenüber dem Bezugsellipsoid. Dafür wurde die Parallelität von Ellipsoidachse und Erdumdrehungsachse verbessert. Das geschah durch astronomische Messungen auf sog. Laplace-Punkten und Ausgleichungsrechnungen.

(2) Für die Belange der Grundbuchvermessung und Einführung des Eidg. Grundbuches bereits ab 1991 gültig.

(3) Damals Eidg. Landestopographie.

4. Beispiele mit Resultaten

Allgemeines

Aus verschiedenen Gründen musste sich die Untersuchung vorläufig auf drei Beispiele beschränken.

Bei der Auswahl der Gebiete in den Beispielen B-Dorf und C-Dorf wurde besonders darauf geachtet, dass die Menge der seit der Neuvermessung unveränderten Punkte ungefähr gleich gross ist wie die Menge der im Zuge der Nachführung veränderten und neuen Punkte.

Im Stichprobenperimeter wurden jeweils sämtliche Fixpunkte und Grenzpunkte einbezogen. Von den übrigen Situationspunkten (Detailpunkte) wurden nur diejenigen Punkte berücksichtigt, die mit Aufnahmeelementen direkt aus Fixpunkten bestimmt werden konnten.

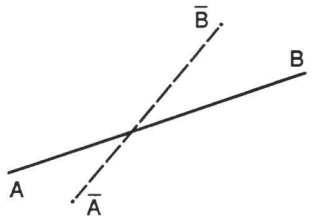
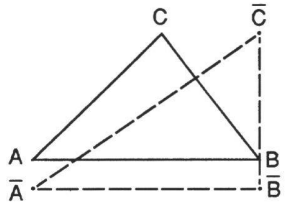
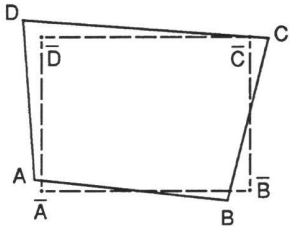
Transformation	Abbildungsgleichungen	Geometrische Interpretation	Bemerkungen
Ähnlichkeitstransformation	$\bar{y} = a_o + a_1x + b_1y$ $\bar{x} = b_o - b_1x + a_1y$		Abbildung der Strecke A B auf beliebige Strecke Ā B̄. Keine «innern» Verschiebungen. Bei Anwendung auf Netzquadrate entstehen Klaffen, welche sich ungünstig auf Nachbargenauigkeit auswirken kann.
Affintransformation	$\bar{y} = a_o + a_1x + a_2y$ $\bar{x} = b_o - b_1x + b_2y$		Widerspruchsfreie Abbildung eines Dreiecks A B C auf ein beliebiges Dreieck Ā B̄ C̄. Bedingt willkürliche Aufteilung der Planfläche in Dreiecke.
Projektive Transformation	$\bar{y} = \frac{b_2y + a_2x + c_2}{b_0y + a_0x + 1}$ $\bar{x} = \frac{b_1y + a_1x + c_1}{b_0y + a_0x + 1}$		Widerspruchsfreie Abbildung eines Vierecks A B C D auf ein beliebiges Viereck Ā B̄ C̄ D̄.

Abb. 1: Transformationsarten.

4.1 Beispiel A-Dorf

Merkmale:

Neuvermessung: 1947

Zone: Baugebiet

Aufnahmemethode: polar

Originalplan: Zeichenkarton auf Aluminium*)

Projektionssystem: schiefachsige winkeltreue Zylinderprojektion

Massstab: 1 : 500

Stichprobenfläche: 2 ha

Anzahl Grenzpunkte
- unverändert seit NV: 2
- neu infolge Mutation: 120

Anzahl Detailpunkte
- unverändert seit NV: —
- neu infolge Mutation: 66

Anzahl bearbeitete Mutationen: 28

*) Da der Originalplan auf Aluminium aufgezogen ist, musste die Originaltransparentfolie digitalisiert werden.

Resultate:

Arbeitszeit für 2-malige Digitalisierung (ohne Vorbereitung und Berechnung): 4 Std.

Arbeitszeit für die numerische Berechnung mit Grundbuchprogramm
- Neuvermessung: } 45 Std.
- Mutationen:

Mittlerer Fehler der Digitalisierung der Koordinaten eines Punktes: $m_x = m_y = 0{,}3$ cm

Legende für Tabellen 1, 2, 3

1 Grenzpunkte
2 Detailpunkte
3 Koordinaten insgesamt
4 Kontrollmasse («gemessen» minus «aus Koordinaten berechnet»)
5 Kontrollmasse («gemessen» minus «digitalisiert»)

*) Aus diesem Streuungsmass kann mit verschiedenen Annahmen der mittlere Fehler à posteriori der beteiligten Zufallsvariablen berechnet werden.

	Koordinaten			Kontrollmasse	
	1 [cm]	2 [cm]	3 [cm]	4 [cm]	5 [cm]
Häufigster Wert der Differenzvektoren («berechnet» minus «digitalisiert»)	5	5	5	–	–
Mittelwert der Differenzvektoren	5.5	8.7	6.7	–	–
$\sigma = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$ *)	6.9	11.7	8.9	–	–
Häufigster Differenzwert	–	–	–	1	1
Mittelwert der Differenzen	–	–	–	2.7	4.9
$\sigma = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$ *)	–	–	–	4.0	6.8
Median (50% Quantil)	4.9	6.1	5.3	1.8	3.3
66% Quantil	6.0	8.7	6.7	2.8	5.6
95% Quantil	11.6	>30	20	7.5	16

Tab. 1: Resultate für die Gemeinde A-Dorf.

4.2 Beispiel B-Dorf

Merkmale:

Neuvermessung: 1905

Zone: Baugebiet

Aufnahmemethode: orthogonal, Nachführung z.T. polar

Originalplan: Zeichenkarton auf Leinwand aufgezogen

Projektionssystem: Bonne'sche unechte Kegelprojektion

Massstab: 1 : 500

Stichprobenfläche: 3.6 ha

Anzahl Grenzpunkte
- unverändert seit NV: 73
- neu infolge Mutation: 34

Anzahl Detailpunkte
- unverändert seit NV: 22
- neu infolge Mutation: 12

Anzahl bearbeitete Mutationen: 16

Resultate:

Arbeitszeit für 2-malige Digitalisierung (ohne Vorbereitung und Berechnung): 3 Std.

Arbeitszeit für die numerische Berechnung mit Grundbuchprogramm
- Neuvermessung: 24 Std.
- Mutationen: 16 Std.

Mittlerer Fehler der Digitalisierung der Koordinaten eines Punktes: $m_x = m_y = 0{,}3$ cm

	Koordinaten			Kontrollmasse	
	1 [cm]	2 [cm]	3 [cm]	4 [cm]	5 [cm]
Häufigster Wert der Differenzvektoren («berechnet» minus «digitalisiert»)	9	5	5	–	–
Mittelwert der Differenzvektoren	7.4	8.6	7.8	–	–
$\sigma = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$ *)	8.4	10.5	9.1	–	–
Häufigster Differenzwert	–	–	–	1	3
Mittelwert der Differenzen	–	–	–	3.4	6.0
$\sigma = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$ *)	–	–	–	4.6	7.7
Median (50% Quantil)	7.3	7.3	7.3	2.7	4.4
66% Quantil	11.6	8.8	9.2	3.8	7.3
95% Quantil	17.6	14.0	16.0	9.2	16.7

Tab. 2: Resultate für die Gemeinde B-Dorf.

4.3 Beispiel C-Dorf

Merkmale:

Neuvermessung: 1911

Zone: Baugebiet

Aufnahmemethode: orthogonal, Nachführung z.T. polar

Originalplan: Zeichenkarton auf Leinwand aufgezogen

Projektionssystem: Bonne'sche unechte Kegelprojektion

Massstab: 1 : 500

Stichprobenfläche: 3 ha

Anzahl Grenzpunkte
- unverändert seit NV: 39
- neu infolge Mutation: 70

Anzahl Detailpunkte
- unverändert seit NV: 13
- neu infolge Mutation: 21

Anzahl bearbeitete Mutationen: 13

Resultate:

Arbeitszeit für 2-malige Digitalisierung (ohne Vorbereitung und Berechnung): 3 Std.

Arbeitszeit für die numerische Berechnung mit Grundbuchprogramm
- Neuvermessung: 30 Std.
- Mutationen: 20 Std.

Mittlerer Fehler der Digitalisierung der Koordinaten eines Punktes: $m_x = m_y = 0{,}3$ cm

	Koordinaten			Kontrollmasse	
	1 [cm]	2 [cm]	3 [cm]	4 [cm]	5 [cm]
Häufigster Wert der Differenzvektoren («berechnet» minus «digitalisiert»)	5	5	5	–	–
Mittelwert der Differenzvektoren	10.3	10.3	10.3	–	–
$\sigma = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$ *)	12.5	12.7	12.6	–	–
Häufigster Differenzwert	–	–	–	1	3
Mittelwert der Differenzen	–	–	–	4.3	6.3
$\sigma = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$ *)	–	–	–	6.2	8.5
Median (50% Quantil)	9.0	7.8	8.5	2.7	4.2
66% Quantil	11.6	11.3	11.6	3.8	5.8
95% Quantil	>25	>25	>25	14.8	>20

Tab. 3: Resultate für die Gemeinde C-Dorf.

5. Beurteilung der Resultate

Wenn bei einer einfachen Katastererneuerung (Herstellen einer neuen Plangeneration) zugleich mit derselben Digitalisierung ein numerischer Kataster eingeführt wird, würden sich die digitalisierten (y, x)-Koordinaten der Grenzpunkte und Detailpunkte von den berechenbaren Koordinaten wie folgt unterscheiden:

- Die gute Genauigkeit des Speichermediums «Plan» ist erstaunlich.
- Dennoch ist die Einführung eines (wenn auch «vorläufigen» und dann eben gerade deshalb wahrscheinlich «ewigen») «digitalisierten» numerischen Katasters gut zu erwägen.
- Der Grund liegt darin, dass sich die Ungenaugikeiten auch bei benachbarten Punkten ganz auswirken
- und damit entfällt gerade einer der grossen Vorteile von numerischen Stückvermessungen: die hohe Nachbargenauigkeit.

Zu $\lvert\Delta y\rvert$, $\lvert\Delta x\rvert$	30% cm	50% cm	67% cm	90% cm	95% cm
A-Dorf	± (0 ÷ 2.8)	± (0 ÷ 3.1)	± (0 ÷ 5.2)	± (0 ÷ 8.1)	± (0 ÷ 18)
B-Dorf	± (0 ÷ 3.5)	± (0 ÷ 5.2)	± (0 ÷ 6.7)	± (0 ÷ 10.2)	± (0 ÷ 12)
C-Dorf	± (0 ÷ 3.9)	± (0 ÷ 6.0)	± (0 ÷ 8.5)	± (0 ÷ 14.0)	± (0 ÷ 20)

Tab. 4: Resultateübersicht. Verteilungsfunktion der Differenzvektoren «berechnet» minus «digitalisiert».

Einige abschliessende Bemerkungen

Die Vermessungen B-Dorf (1905) und C-Dorf (1911) sind zwar definitiv anerkannte Operate, jedoch könnten sie heute nicht mehr als instruktionsgemäss bezeichnet werden. Es gab praktisch keine Doppelaufnahmen und Grenz- und Spannmasse nur sehr lückenhaft.

Alle Häufigkeitsverteilungen zeigen Anteile, bei denen auch grobe Fehler vorkommen.

Alle drei Vermessungen sind sog. «halbgraphische» Operate, die auf einem numerisch berechneten Polygonnetz beruhen.

Bei der Aufnahme und Nachführung wurden die Punkte nicht mit «berechneten» Koordinatenwerten aufgetragen, sondern mit den gemessenen orthogonalen oder polaren Aufnahmeelementen.

Die wesentlichen Zufallsgrössen (abgesehen von verschiedenen möglichen systematischen Anteilen) sind Auftrags-, Konstruktions-, Piquier- und Netzfehler beim Erstauftrag, Digitalisierungsfehler, Messfehler bei der Detailaufnahme und bei der Erhebung der Kontrollmasse.

Sicher war das hier gemessene und bearbeitete Material nicht sehr umfangreich. Weitere ähnliche Arbeiten werden quantitative Nuancen ergeben. Dennoch kann gesagt werden, dass die vorliegenden Resultate qualitativ (also in den Grössenordnungen) bereits sehr repräsentativ sind und wahrscheinlich allgemeine Schlüsse zulassen. Der Bericht [2] enthält recht umfangreiche graphische Darstellungen zu den Versuchsgebieten und den statistischen Auswertungen.

Literatur:

[1] Matthias, H. J.: «Die Katastererneuerung», VPK Nr. 10/75.

[2] Oswald, W.: «Untersuchungen zur einfachen Katastererneuerung», Eidg. Techn. Hochschule Zürich, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Bericht Nr. 50, 1981.

Adresse des Autors:
Prof. Dr. H. J. Matthias
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich

(1), (2), (3) siehe Anmerkungen.