Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 107 (2009)

Heft: 1

Artikel: Qualitätsindikatoren für den Bezugsrahmenwechsel LV03-LV95

Autor: Furrer, Michael / Sievers, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-236585

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: 26.07.2025

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

Qualitätsindikatoren für den Bezugsrahmenwechsel LV03–LV95

Eine Diplomarbeit [1] der Fachhochschule Nordwestschweiz hat in Teilgebieten von vier Gemeinden des Kantons Bern untersucht, wie die Georeferenzdaten der amtlichen Vermessung vom heute gültigen Bezugsrahmen LV03 in den neuen Bezugsrahmen LV95 überführt und mit geeigneten Methoden so entzerrt werden können, dass sie möglichst spannungsfrei mit der Realität übereinstimmen. Dieser Fachbeitrag fasst die Erkenntnisse der Diplomarbeit zusammen und empfiehlt ein Vorgehen bei Entzerrungen.

Dans le cadre d'un travail de diplôme [1] de la HES du Nord-Ouest de la Suisse on a examiné sur des territoires partiels de quatre communes du canton de Berne comment transférer les données géoréférencées de la mensuration officielle à partir de l'actuel cadre de référence MN03 dans le nouveau cadre de référence MN95 et comment les ajuster par des méthodes appropriées pour qu'elles concordent avec la réalité en présentant le moins possible de distorsions. Cet exposé résume les résultats du travail de diplôme et recommande un procédé pour la suppression de distorsions.

Un lavoro di diploma della SUP della Svizzera nordoccidentale è stato incentrato sulla ricerca in zone parziali di quattro comuni del Canton Berna per vedere come i dati georeferenziati della misurazione ufficiale siano stati trasferiti dal quadro di riferimento oggi valido della MU03 nel nuovo quadro di riferimento MU95 e come è stato possibile raddrizzarli con i metodi giusti affinché corrispondessero il più possibile alla realtà. In quest'articolo si trova un riassunto delle conclusioni del lavoro di diploma e una raccomandazione su come procedere in presenza di raddrizzamenti.

M. Furrer, B. Sievers

Einleitung

«Die heutige Amtliche Vermessung beruht auf einem hierarchischen Modell mit Fixpunkten der Landesvermessung (LFP1) und Fixpunkten der AV (LFP2 und LFP3), basierend auf der Landesvermessung von 1903 (LV03). Die tiefere Kategorie bezieht sich dabei immer auf die nächst höhere und übernimmt deren Koordinaten, aber auch deren Widersprüche. Das heutige Netz ist somit mehr oder weniger verzerrt und mit Spannungen behaftet.» [2]
Der neue Bezugsrahmen «Landesvermessung 1995» (LV95) wurde mit Hilfe der Satellitenvermessung (Globale Navigations Satelliten Systeme GNSS) aufgebaut. Dadurch hat er eine sehr hohe absolute Genauigkeit in der Grössenordnung von 1–2 cm. Punktkoordinaten können mit der in der AV geforderten Nachbargenauigkeit direkt und ohne lokale Einpassung bestimmt werden. [3]
Die Daten der AV sollen künftig direkt in LV95 erfasst und verwaltet werden. Bestehende digitale Datensätze müssen in den neuen Bezugsrahmen überführt werden.

Ausgangslage

Das Konzept des Bundes zur Überführung der Amtlichen Vermessung in den Bezugsrahmen LV95 [3] beschreibt das allgemeine Vorgehen für die flächendeckende Einführung von LV95. «Es kann in zwei unabhängige, jedoch kombinierbare Schritte gegliedert werden:

- Bezugsrahmenwechsel: Alle digital vorliegenden Daten der AV werden mit den erarbeiteten Transformationsgrundlagen (REFRAME) in den Bezugsrahmen LV95 transformiert. LV95 wird als rechtlich gültiger Bezugsrahmen für die AV eingeführt.
- AV93-Konformität: Die Daten der bestehenden AV im Qualitätsstandard AV93 werden lokal bezüglich Widersprüchen und Verzerrungen überprüft und, falls notwendig, entzerrt.» [3]

Für den ersten Schritt, den Bezugsrahmenwechsel, steht seit Frühjahr 2007 ein offizielles Werkzeug zur Verfügung. Das Programm «REFRAME» des Bundesamtes für Landestopografie swisstopo enthält die definitive Dreiecksvermaschung der Schweiz (mit der Bezeichnung CHEN yx06), mit welcher der Bezugsrahmenwechsel durchgeführt werden kann. So können nun mit einer maschenweisen Affintransformation alle Punkte in der Schweiz von LV03 nach LV95 und umgekehrt transformiert werden.
Lokal vorhandene Spannungen werden mit dieser Transformation aber nicht behoben und müssen in einem zweiten Schritt gesondert behandelt werden, wenn sie eine bestimmte Grösse überschreiten.
Hier setzte die Diplomarbeit an. Es sollte untersucht werden, wie die bestehenden Vermessungswerke bestmöglich in den neuen Bezugsrahmen integriert und die vorhandenen lokalen Spannungen behoben werden können. Weiter sollten aussagekräftige Qualitätsindikatoren für die Beurteilung der Entzerrungsmassnahmen untersucht und Vorschläge für die Verifikation gemacht werden.
Das Untersuchungsgebiet war auf vier Pilotoperate im Kanton Bern beschränkt. Das Amt für Geoinformation des Kantons Bern hat in den vier Pilotgemeinden – mit unterschiedlichen Qualitätsstandards – Daten erfassen lassen. Die zuständigen Nachführungsgeometer haben Fix- und Grenzpunkte mit Hilfe von GNSS-Empfängern direkt in LV95 erfasst. Die gemessenen LV95-Koordinaten und die dazugehörigen LV03-Koordinaten bildeten die Grundlage der hier beschriebenen Untersuchungen.

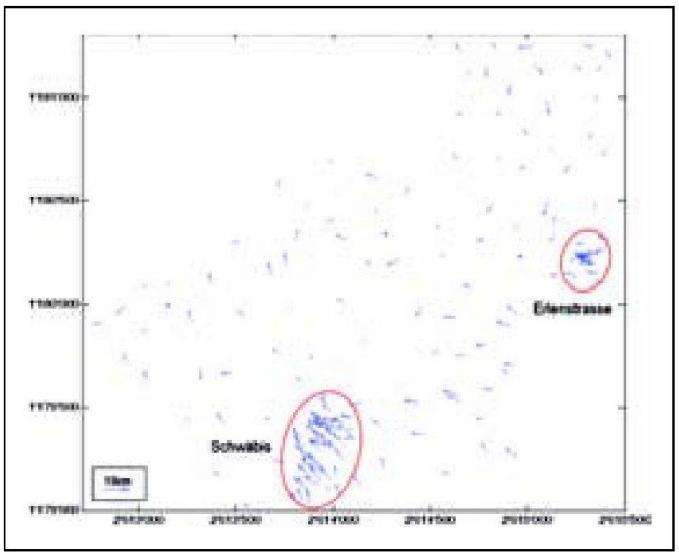


Abb. 1: Restklaffungen (LV95 GNSS → LV95 REFRAME) mit identifizierten Spannungsgebieten in Steffisburg.

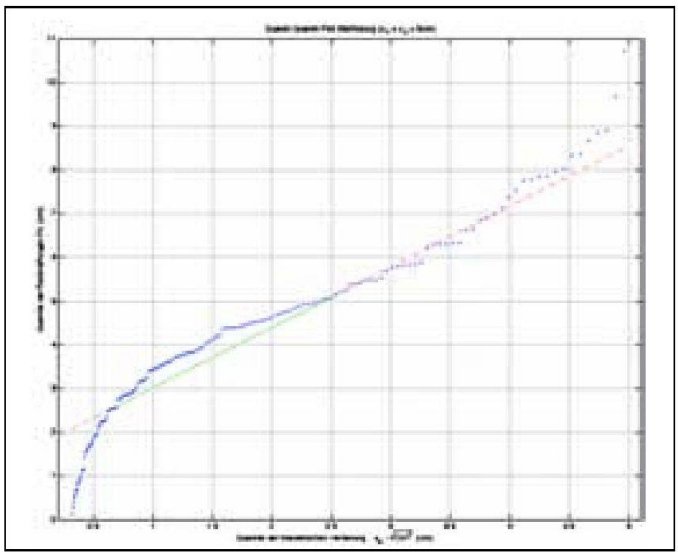


Abb. 2: Quantil-Quantil-Plot der Stützpunkte (Steffisburg, $\sigma_x = \sigma_y = 5$ cm).

AV93-Konformität

Die Messungen in den Pilotoperaten haben gezeigt, dass die Transformation mit REFRAME in diesen Operaten nicht ausreicht, um die Spannungen zu beheben. Die im Feld kontrollierten Fix- und Grenzpunkte wiesen Differenzen zwischen der GNSS-Messung in LV95 und der transformierten LV95-Koordinate von bis zu 30 cm auf (Abb. 1). (Nur eine Gemeinde, welche im Jahre 2000 auf einem GNSS-Fixpunktnetz aufbauend neuvermessen wurde, zeigte keine lokalen Spannungen mehr.)

Lokale Spannungen

Die Gründe für die grossen Koordinatendifferenzen liegen vorwiegend in den Spannungen der alten Fixpunktnetze. Als Spannung gelten die Koordinatendifferenz zwischen Punkten, welche einerseits im Bezugsrahmen LV03 bestimmt und mit REFRAME in den Bezugsrahmen LV95 transformiert wurden und andererseits mit GNSS (ev. tachymetrisch) direkt im Bezugsrahmen LV95 bestimmt wurden. Spannungen sind meist gebietsweise ähnlich (Spannungsgebiete) und können einige Dezimeter betragen. Diese lokalen Spannungen möchte man mit Hilfe von geeigneten Massnahmen aus den Datensätzen der AV entfernen. Dafür müssen alle bestehenden Datensätze auf Spannungsfreiheit geprüft werden.

Spannungsfreiheit prüfen

«Ein Gebiet gilt als spannungsfrei, wenn gemäss seiner Toleranzstufe die Standardabweichungen (cm) gemäss TVAV Art. 28, 29, 31 als Mass zur Bestimmungsgenauigkeit eingehalten werden.» [3] Damit ein Operat auf Spannungsfreiheit überprüft werden kann, werden über das ganze Gemeindegebiet verteilt Fix- und Grenzpunkte mit GNSS bestimmt. Vor der Messkampagne soll die Historie des Vermessungswerkes analysiert werden. Sie kann Aufschluss geben über die Qualität des Werkes und die zu erwartenden Spannungen im Operat.» Eine Entzerrung ist in erster Linie nur dort notwendig, wo ein Vermessungswerk ohne Fixpunkterneuerung resp. vor einer grossräumigen Triangulationsrevision erstellt wurde. Bei Vermessungswerken neueren Datums wurde der Nachweis der AV93-Konformität in der Regel mit der Erstellung des Fixpunktnetzes erbracht.» [3] In solchen Fällen kann auf eine Feldprüfung verzichtet werden.

Anforderung an die Feldmessung

Mit der Feldmessung sollen vor allem Fixpunkte (LFP3) in der Mitte und in den Knoten der alten Polygonzüge geprüft werden. Die Punkte sollen gleichmässig über die Gemeinde verteilt sein. Wo auf dem Feld Spannungen festgestellt werden, müssen zusätzliche Punkte gemessen werden, damit das spannungsbehaftete vom spannungsfreien Gebiet abgegrenzt werden kann. Die aufgenommenen Punkte sollen repräsentativ für ihre Umgebung sein. Deshalb sollten für die Verfeinerung unbedingt auch Grenzpunkte hinzugezogen werden.

Während der Feldmessung sind zwingend auch Informationen über den Versicherungszustand der Punkte zu erheben. Diese sind später für die Beurteilung der Vektoren und die Wahl der Stütz- und Kontrollpunkte wichtig. Die Punkte sollen wo immer möglich mit GNSS-Sensoren gemessen werden. Sind sie nicht GNSS-tauglich, können tachymetrische Messungen mit Anschluss an GNSS-Punkte hinzugenommen werden. Da das Vermessungswerk anhand dieser Messungen beurteilt und angepasst wird, müssen die Punkte zuverlässig bestimmt werden, das heisst in mindestens zwei unabhängigen Sessionen oder Aufnahmen. Die Anzahl der im Feld zu kontrollierenden Punkte richtet sich nach dem Stand des Vermessungswerkes respektive nach den zu erwartenden Spannungen. Die Differenzen zwischen den transformierten und den aufgenommenen Punk-

ten sollen in einem Vektorplan dargestellt und beurteilt werden. Sind noch lokale Spannungen erkennbar, müssen Massnahmen zur Behebung dieser Spannungen ergriffen werden.

Massnahmen

Durch die Transformation mit REFRAME werden die grossräumigen, aus der Triangulation stammenden Differenzen zwischen den Bezugsrahmen eliminiert. Für die Behebung der verbleibenden lokalen Spannungen bieten sich grundsätzlich drei Strategien an:

- Neuvermessung
- Neuberechnung der alten Messungen mit ergänzenden Messungen (Erneuerung)
- Einpassung der alten Daten in die neuen Messungen (Interpolation)

Eine Einpassung mittels Interpolation ist sicher die am wenigsten aufwändige und auch flexibelste Lösung. Wo immer möglich sollte eine Einpassung der Geodaten bevorzugt werden. Die auf den Stützpunkten gemessenen Restklaffungen werden auf die Detailpunkte verteilt, um wieder nachbarschaftstreue Verhältnisse zu erhalten. Dies kann durch eine geeignete Interpolation oder Transformation erfolgen. Für eine Beschreibung der einzelnen Transformations- und Interpolationsmethoden sei auf die Literatur verwiesen, z.B. [5].

Eine Erneuerung oder gar Neuvermessung sollte dann angestrebt werden, wenn das Spannungsbild «chaotisch» ist und absehbar wird, das eine Einpassung nicht zu einem befriedigenden Resultat führen kann.

Untersuchung der Pilotoperate

Die Diplomarbeitsuntersuchungen der Pilotoperate im Kanton Bern haben gezeigt, dass die Entzerrungsmethode individuell auf das vorliegende Operat angepasst werden muss. Es sind evtl. mehrere Varianten zu prüfen. Wo immer möglich sollte eine Einpassung mittels Interpolation gewählt werden. Für die Entzerrung der spannungsbehafteten Gebiete sind verschiedene Interpolationsalgorithmen untersucht und verglichen worden. Welche Interpolationsmethode gewählt wird, ist eher sekundär. Ausschlaggebend ist weniger die gewählte Methode als vielmehr die Wahl der Stütz- und Kontrollpunkte sowie deren Verteilung. Damit die Qualität der Interpolation schlüssig beurteilt werden kann, sind Kontrollpunkte in ausreichender Anzahl nötig.

Auswahl von Stütz- und Kontrollpunkten

Für die Entzerrung eines Spannungsgebietes ist die Wahl der Stütz- und Kontrollpunke von entscheidender Bedeutung. Sie kann iterativ erfolgen. Bei einer Interpolation geht es darum, die wahrscheinlichsten Verschiebungswerte für all jene Punkte zu bestimmen, die nicht direkt im Feld gemessen wurden. Somit sollen diejenigen Punkte als Stützpunkte ausgewählt werden, welche möglichst repräsentativ für die umliegenden Punkte sind. Die Anzahl nötiger Stützpunkte richtet sich nach der Homogenität im Spannungsgebiet. Es dürfte klar sein, dass bei homogenen Spannungen weniger Stütz- und Kontrollpunkte benötigt werden, um das Interpolationsverfahren unter Kontrolle zu halten, als bei inhomogenen Spannungen. Ein Teil der im Feld gemessenen Punkte soll als Kontrollpunkte dienen. Dass heisst, die auf diesen Punkten festgestellten Differenzen werden nicht für die Interpolation verwendet, sondern dienen dazu, das Resultat der Interpolation zu beurteilen.

Die Untersuchungen lassen schliessen, dass 30 bis 50 Prozent der gemessenen Punkte als Kontrollpunkte eingesetzt werden sollen. Bei weniger als 30% wird die statistische Aussage unsicher, mehr als 50% ist nicht wirtschaftlich.

Qualitätsindikatoren

Zur Beurteilung der getroffenen Homogenisierungsmassnahmen sind aussagekräftige Qualitätsindikatoren nötig. Sie sollen einerseits den Bearbeitenden helfen, die richtigen Stützpunkte und Parameter auszuwählen und andererseits den Aufsichtsstellen als Grundlage für die Verifikation dienen. Die Beurteilung der Entzerrung soll durch die Restklaffungen in den Kontrollpunkten erfolgen.

Statistische Qualitätsindikatoren

Als statistische Qualitätsindikatoren eignen sich

- Anforderung 1.2 des Überführungskonzeptes
- Toleranz-Vorgabewert
- Histogramme
- Boxplots.

Die Anforderungen des Überführungskonzeptes [3] werden im obigen Abschnitt «Spannungsfreiheit prüfen» behandelt. Wie bestimmt man den Toleranz-Vorgabewert eines Teilgebietes, der zur Elimination nicht geeigneter Pass- und Kontrollpunkte dienen soll? Oft kennt man die Erhebungsgenauigkeit der Punkte (d.h. der Originalvermessung) vor dem Bezugsrahmenwechsel nicht. Sie kann aus den Daten geschätzt werden und wird zur Bestimmung des Toleranz-Vorgabewertes benötigt. Wieser et al. geben in [7] eine praktikable Anleitung dafür, die hier wiedergegeben und mit dem Datensatz Steffisburg illustriert sei: Man bestimme für jeden Stützpunkt die Koordinatendifferenzen Δy und Δx zwischen dem von LV03 nach LV95 transformierten und dem in LV95 neu gemessenen homologen Punkt und berechne die Restklaffungen $Fs = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$. Man setzt meist voraus, dass die Koordinatendifferenzen Δx und Δy normalverteilt sind, was im Beispiel Steffisburg geprüft wurde und zutrifft. Man nimmt weiter an, die Koordinatendifferenzen seien stochastisch voneinander unabhängig (d.h. nicht korreliert) und isotrop (d.h. gleich genau: $\sigma_x = \sigma_y$ und somit auch $\sigma_{\Delta x} = \sigma_{\Delta y}$). Dann folgen die Restklaffungen Fs einer $\sigma_\Delta \cdot \sqrt{\chi^2}$-Verteilung mit Freiheitsgrad 2. Die theoretische Standardabweichung der Koordinatendifferenzen ist $\sigma_\Delta = \sqrt{2} \cdot \sigma_x$ und der Verteilungswert $\sqrt{\chi^2_2}$ berechnet sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% zu 2.45. Weiter stellt sich die Frage, wie gross σ_Δ sei: man nimmt vorerst einen pauschalen Erfahrungswert an (z.B. 5 cm gemäss TVAV Art. 28 für TS2 / TS3) und schätzt den empirischen Wert dann

aus der Stichprobe der gegebenen Restklaffungen. Dazu eignet sich ein Quantil-Quantil-Plot (z.B. mit MATLAB® [4] oder dem frei verfügbaren Statistikpaket R (www.r-project.org) erstellt, in dem die effektive Verteilung der Restklaffungen mit der theoretischen verglichen wird. (Abb. 2) Stimmen die Verteilungen überein, liegen die Restklaffungsdatenpunkte ungefähr auf einer Geraden durch den Ursprung mit der Steigung 1:1. In der mit MATLAB® erzeugten Abbildung 2 wird die grüne Gerade mit einer linearen Regression durch die 25%- und 75%-Quantile definiert und auf den ganzen Wertebereich rot verlängert (sie verläuft wegen des in MATLAB® eingeschränkten Regressionsbereiches und wegen systematischer Effekte in den Daten nicht durch den Ursprung). Weicht die Geradensteigung von 1:1 ab und beträgt sie wie im Beispiel 1.38, so rechnet sich die wahrscheinliche Standardabweichung als Pauschalannahme mal 1.38. Die effektive (empirische) Standardabweichung der Originalpunkte beträgt demnach rund 7 cm. Will man nun alle aus-reisserverdächtigen Restklaffungen aussondern, so liegt der Toleranz-Vorgabe- wert mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ bei $2.45 \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma_\Delta = 3.46 \cdot \sigma_\Delta$, im Beispiel 24 cm. Alle Restklaffungen grösser als dieser Wert wären Ausreisser. Toleranz-Vorgabewerte helfen also, Ausreisser zu entdecken und als Interpolationsstützpunkte zu eliminieren.

Für einen Vergleich verschiedener Interpolationsvarianten sind Histogramme (Abb. 3) und Boxplots (Abb. 4) sehr hilfreich. In einem Boxplot enthält das blaue Rechteck (Interquartilbereich) 50% der Restklaffungen und reicht vom 25%-Quantil unten bis zum 75%-Quantil oben. Der Median ist als rote Linie eingezeichnet. Die gestrichelten Verlängerungen reichen bis höchstens zum grössten/kleinsten Wert, wenn dieser weniger als das 1.5-fache des Interquartilbereichs vom oberen/unteren Quartil entfernt ist. Ausserhalb dieses Bereiches liegende Werte sind als rote + eingezeichnet. Boxplots lassen sich z.B. mit MATLAB® [4] oder dem Statistikpaket R einfach erstellen.

Histogramme und Boxplots helfen, die «gemessenen» Restklaffungen mit den interpolierten in den Kontrollpunkten zu vergleichen. Bei den Histogrammen ist anzustreben, einen kleinen Mittelwert und möglichst viele Restklaffungen im «grünen» Bereich zu haben. Ausreisser (Werte im «roten» Bereich) sollten keine mehr vorhanden sein.

Bei den Boxplots gilt es, folgende Eigenschaften zu erreichen:

- Die rote Medianlinie soll etwa mitten in der Box liegen.
- Alle interpolierten Restklaffungen sollen zwischen den beiden Fühlern (d.h. den T-Verlängerungen) der Box liegen.
- Keine roten +-Symbole sollten ausserhalb der Fühler liegen. Diese Symbole weisen auf Interpolationsausreisser hin.

Visuelle Qualitätsindikatoren

Neben der Beurteilung statistischer Qualitätsindikatoren müssen die Resultate der Interpolation auch visuell geprüft werden. In einem Vektorplan werden die «gemessenen» Restklaffungen der Stütz- und Kontrollpunkte dargestellt, zusammen mit den berechneten Interpolationswerten in den Kontrollpunkten. Die beiden Vektoren in den einzelnen Kontrollpunkten sollten ähnlich sein und es sollten keine lokalen Tendenzen sowie keine Ausreisser mehr zu erkennen sein. Neben einem Vektorplan mit zwei Klaffungsvektoren pro Kontrollpunkt könnte auch ein zusätzlicher Plan mit deren Differenzvektoren gezeichnet werden. Diese müssten dann ähnlich sein.

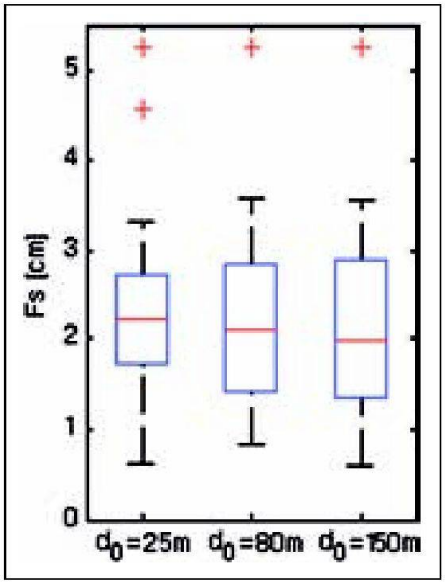
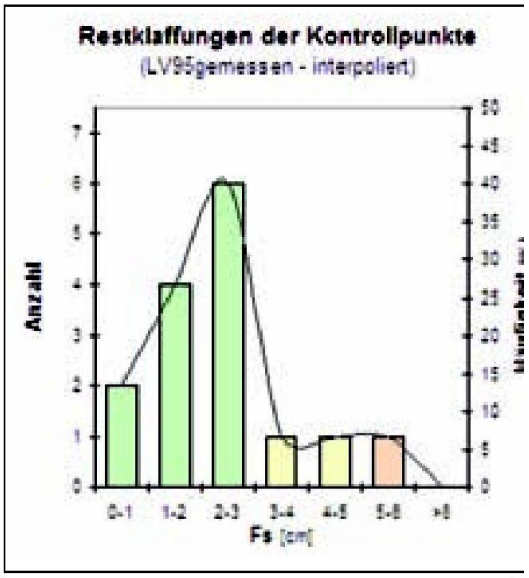


Abb. 4: Boxplot mit Restklaffungen Fs in den Kontrollpunkten nach Interpolationsvariationen mit TRANSINT (Maschenweite d_0).



Verteilung der Restklaffen auf die Kontrollpunkte					*Ist- und Soll-Werte*
Summe	80%	13.3%	6.7%	0%	Prozent
Sollwert	50–75%			0%	Sollwert
Summe	93.3%		Mittelwert		Summe
Sollwert	Wertebereich 1 und 2: 75–95%		2.4 cm		Sollwert
Summe	100%				Summe
Sollwert	Wertebereiche 1–3: 100%				Sollwert

Abb. 3: Histogramm der Restklaffungen Fs in den Kontrollpunkten (Steffisburg).

Zur Beurteilung von verschiedenen Interpolationsvarianten kann auch ein Koordinatengitter interpoliert werden. Allenfalls können Isolinien dargestellt werden (d.h. wie verlaufen die «alten» Linien mit gleichem Koordinatenwert nach der Interpolation?).

Umsysteme

Es existieren schweizweit viele Geodaten, die auf den Georeferenzdaten der AV aufbauen und dementsprechend deren Spannungen enthalten. Einige dieser Geodaten, d.h. die eigentümerverbindlichen Geobasisdaten haben die gleich hohen Genauigkeitsansprüche wie die Georeferenzdaten der AV und müssen gleich wie diese entzerrt werden.

Die Perimetergrenzen der Spannungsgebiete sollten für alle Benutzer der AV-Daten sichtbar sein. Zu diesem Zweck könnte ein neues Thema (TOPIC) «Spannungsgebiet» als kantonale Mehranforderung ins Datenmodell eingeführt werden.

Von ihrer Natur aus sind die Spannungsgebiete eng mit den Toleranzstufen verwandt und sollten daher in der Informationsebene «administrative Einteilungen» angesiedelt werden. Somit wäre auch in Zukunft jedem Benützer klar, dass in diesem Perimeter Spannungen vorlagen und Entzerrungsmassnahmen getroffen wurden.

Da in jedem Kanton Spannungsgebiete erwartet werden, sollte die genannte Objektklasse auch in den Grunddatensatz des Bundes integriert werden und somit gesamtschweizerisch einheitlich sein. Die Entscheidung ist aber eher eine organisatorische und wird von rechtlichen und finanziellen Aspekten geprägt sein.

Nach einer Interpolation müssen die Geometrien und Konsistenzbedingungen wiederhergestellt werden. Der dafür benötigte Aufwand ist schwer abzuschätzen. Einige Bedingungen können automatisch wiederhergestellt werden, andere bedürfen mühsamer Handarbeit. Eine jüngste Arbeit [6] untersucht diese Thematik.

In dieser Arbeit wird ein Weg aufgezeigt, wie man lokale Spannungen aus den bestehenden Georeferenzdaten der amtlichen Vermessung vermindern kann. Wie die Daten der amtlichen Vermessung zur Bearbeitung dann tatsächlich aus den Operaten ausgeschnitten, interpoliert und wieder zurückgeschrieben werden können, wird in Zukunft zu optimieren sein.

Literatur:

[1] Furrer, Michael; Trauffer Matthias (2007): «Qualitätsindikatoren für den Bezugsrahmenwechsel LV03–LV95». Diplomarbeit Muttenz. Fachhochschule Nordwestschweiz.

[2] Eidgenössische Vermessungsdirektion (2003): «Strategie der Amtlichen Vermessung für die Jahre 2004 bis 2007 mit Vision für die Folgejahre.» Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport. Bundesamt für Landestopografie, Wabern.

[3] Eidgenössische Vermessungsdirektion (2007): «Überführung der amtlichen Vermessung in den Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995 (LV95)-Konzept.»

[4] The MatWorks, Inc. MATLAB®. URL: www.mathworks.com

[5] Eidg. Vermessungsdirektion (2008): «Leitfaden für die Anwendung geometrischer Transformationsmethoden in der amtlichen Vermessung.»

[6] Crisp, Vanessa; Stähli Elisabeth (2008): «Überführung von GIS-Datensätzen in LV95 und Anpassung an Georeferenzdaten». Bachelor Thesis Muttenz. Fachhochschule Nordwestschweiz.

[7] Wieser Andreas, Lienhart Werner, Brunner Fritz K. (2003): «Nachbarschaftstreue Transformation zur Berücksichtigung von Spannungen im amtlichen Festpunktfeld» In: VGI Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation VGI 91: 115–122.

Michael Furrer
Wassbergstrasse 24
CH-8127 Forch
michael.furrer@bhz.ch

Prof. Beat Sievers
Fachhochschule Nordwestschweiz
FHNW, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik, Institut Vermessung und Geoinformation
Gründenstrasse 40
CH-4132 Muttenz
beat.sievers@fhnw.ch

Abonnementsbestellungen unter folgender Adresse:

SIGI*media* AG
Pfaffacherweg 189
Postfach 19
CH–5246 Scherz
Telefon 056 619 52 52
Telefax 056 619 52 50

Jahresabonnement 1 Jahr:
Inland sFr. 96.–, Ausland sFr. 120.–