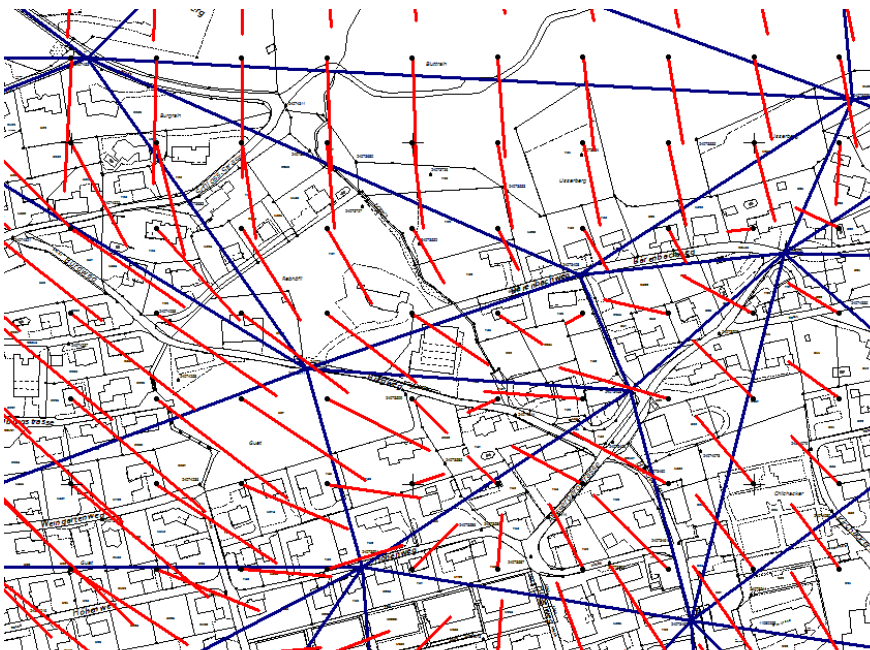


Kanton Solothurn
Gemeinde Oensingen

Behebung der lokalen Spannungen in der amtlichen Vermessung Oensingen



Unternehmerbericht

Auftraggeber

Stefan Ziegler
Amt für Geoinformation
Amtliche Vermessung
Rötistrasse 4, 4500 Solothurn

Verfasser

Markus Kiefer, Urs Schor
BSB + Partner, Ingenieure und Planer AG
von Roll-Strasse 29, 4702 Oensingen
Tel. 062 388 38 47
Fax 062 388 38 00
E-Mail: markus.kiefer@bsb-partner.ch
E-Mail: urs.schor@bsb-partner.ch

Dokumentinfo

Ablageort	Objektnummer	Anzahl Seiten
F:\Oensingen\49033 Spannungen AV\30 Resultate\Berichte\Bericht Behebung lokale Spannungen.docx	49033.000	8

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	4
2	Ziel der Arbeit und Auftrag	4
3	Behebung der lokalen Spannungen	5
3.1	Fineltra-Dreiecksvermaschung	5
3.2	Lokale Entzerrung	6
3.3	Nachweis der Wirkung der lokalen Entzerrung	6
4	Resultate	6
5	Schlussbemerkung	8

Abbildungen

Abbildung 1: Histogramm der Auswirkungen der Entzerrung auf die Liegenschaftsflächen	7
--	---

Beilagen

- Plan: Differenzen der Kontrollpunkte (LFP3) vor der Entzerrung – Stützpunkte und Fineltra-Dreiecksvermaschung
- Plan: Auswirkungen der lokalen Entzerrung – Fineltra-Dreiecksvermaschung
- Plan: Differenzen der Kontrollpunkte (LFP3) nach der Entzerrung
- Plan: Auswirkungen der lokalen Entzerrung – Flächendifferenzen der Liegenschaften

1 Ausgangslage

Durch Faktoren wie die historische Entstehung, früher eingesetzter Mess- und Auswertemethoden, Nachführungsarbeiten, Anpassungen zu Nachbarvermessungswerken, etc. können in der amtlichen Vermessung sogenannte lokale Spannungen entstanden sein. Von lokaler Spannung spricht man, wenn die in der amtlichen Vermessung erfassten und verwalteten Daten geometrisch nicht mit der heutigen satellitengestützten vermessungstechnischen Bestimmung und den übergeordneten Bezugspunkten zusammenpassen. Treten solche Differenzen in einem Gebiet systematisch auf und überschreiten sie eine vorbestimmte Toleranz, bezeichnet man diese Unstimmigkeit als lokale Spannung im Vermessungswerk. Solche Spannungen verhindern die direkte und einfache Anwendung von modernen satellitengestützten Messmethoden (GPS, GNSS) und bergen die Gefahr, dass bei Anwendung dieser Methoden durch Leute mit ungenügender Fachkompetenz folgenschwere Fehler entstehen können.

Da die Anwendung satellitengestützter Vermessungsmethoden immer einfacher wird und von einer immer breiteren Anwenderschicht eingesetzt wird, verlangt der Bund die Ausscheidung, Abgrenzung und Publikation von Gebieten mit lokalen Spannungen und will im Hinblick auf die Einführung des neuen Bezugsrahmens der Landesvermessung (LV95), dass die Daten der amtlichen Vermessung in betroffenen Gebieten nach Möglichkeit verbessert werden.

Bei der kantonsweiten grobmaschigen Kontrolle auf lokale Spannungen durch das Amt für Geoinformation hat sich in einem Teil des Baugebietes der Gemeinde Oensingen ein Hinweis auf Spannungen ergeben. Um ein detaillierteres Bild zu erhalten wurden im vermuteten Spannungsgebiet flächendeckend Fixpunktmessungen mit GNSS vorgenommen. Die GNSS-tauglichen Fixpunkte wurden jeweils mit Doppelmessungen bestimmt. Auf jedem Punkt wurde also zweimal unabhängig stationiert und gemessen. Die Messungen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen und auf den nächstgelegenen Transformationsstützpunkten des CHENyx06 Transformationssatzes gezwängt gelagert.

Der Vergleich zwischen den gemessenen und den bisher in der amtlichen Vermessung verwalteten Koordinaten förderte systematische lokale Spannungen von bis zu 7cm zu Tage. Die Ursache dieser Spannungen konnten nicht ermittelt werden. Es muss vermutet werden, dass die Spannungen bei der Ausgleichung der alten Polygonzüge entstanden sind.

2 Ziel der Arbeit und Auftrag

Die festgestellten lokalen Spannungen in einem Teil des Baugebiets am Jurasüdfuss in Oensingen sollen durch eine Interpolation nach der Methode von maschenweisen Affintransformationen beseitigt werden. Zur Korrektur der Spannungen wird eine Dreiecksvermaschung definiert, um die lokalen Spannungen in Gebiete mit möglichst homogenen Differenzvektoren aufzuteilen. Die Restklaffungen der gemessenen Fixpunkte, die nicht als Stütz-

punkte der Dreiecksvermaschung verwendet werden, sollen nach der Transformation innerhalb der Genauigkeitsanforderungen gemäss TVAV liegen und keine systematischen Trends mehr aufweisen. Die Wirksamkeit der Entzerrung ist mit geeigneten Methoden darzustellen und die Auswirkungen auf die Grundstücksflächen sind zu dokumentieren.

Das Amt für Geoinformation hat Urs Schor, Nachführungsgeometer und Ing.-Geometer in der Firma BSB + Partner, Ingenieure und Planer AG mit der technischen Umsetzung der Behebung der lokalen Spannungen in der amtlichen Vermessung Oensingen beauftragt. Die Arbeiten sind an einem Testdatensatz soweit umzusetzen, dass sie dann im November 2016 zeitgleich mit dem Bezugsrahmenwechsel von LV03 nach LV95 an den Originaldaten vollzogen werden können.

3 Behebung der lokalen Spannungen

Die lokalen Spannungen werden durch maschenweise Affintransformationen behoben. Dabei wird das Gebiet in Dreiecke unterteilt und Dreieck um Dreieck entzerrt. Dieses Verfahren ist umkehrbar und wird bereits beim Bezugsrahmenwechsel von LV03 nach LV95 eingesetzt. Eine Affintransformation mit drei Stützpunkten weist jedoch keine Überbestimmung auf. Deshalb sind die Auswirkungen der Transformation zwingend auf ihre Plausibilität zu prüfen.

Die definitive Umsetzung der lokalen Entzerrung wird unmittelbar nach dem Bezugsrahmenwechsel erfolgen. Bei Bedarf kann der Transformationssatz mit der definierten Dreiecksvermaschung auch für andere Datensätze als die amtliche Vermessung verwendet werden.

3.1 Fineltra-Dreiecksvermaschung

Zur Umsetzung der Interpolation wird die bewährte und auch beim Bezugsrahmenwechsel eingesetzte Berechnungsmethodik „Fineltra“ (finite Elemente Transformation) eingesetzt. Die Fineltra-Dreiecke werden basierend auf den Kontrollmessungen der LFP3 manuell definiert. Bei der Auswahl der Stützpunkte für die Dreiecksvermaschung wird darauf geachtet, dass diese ähnliche Verschiebungen wie die Nachbarpunkte aufweisen und das Spannungsgebiet so unterteilt wird, dass die Systematik der Differenzvektoren erfasst wird. Da die Spannungen nicht die ganze Gemeinde betreffen, muss die Wirkung der Transformation ausserhalb des spannungsbehafteten Gebiets zurückgehen und schliesslich versiegen. Dies wird erreicht, indem am Rand des Spannungsgebiets weitere Dreiecke definiert werden, um die Verschiebungen auslaufen zu lassen und die Nachbarschaftsgenauigkeit zu erhalten. Da das ganze Gemeindegebiet durch die Dreiecksvermaschung abgedeckt sein muss, werden zusätzliche Dreiecke über fiktive Punkte ausserhalb des Gemeindeperimeters gebildet (siehe Planbeilage „Differenzen der Kontrollpunkte (LFP3) vor der Entzerrung - Stützpunkte und Fineltra-Dreiecksvermaschung“).

Die Dreiecksvermaschung wird nun in Textform (ASCII-File) als Dreiecksdefinitionsfile umgesetzt. Der Aufbau des Definitionsfiles ist fast identisch wie bei Fineltra. Die Dreiecke werden

durch die Nummern ihrer Stützpunkte, aufgelistet im Gegenuhrzeigersinn, codiert. Zusätzlich sind die Koordinaten der Stützpunkte im Start und Zielsystem aufgelistet.

3.2 Lokale Entzerrung

Als Software für die lokale Entzerrung wird GEOS Pro INTERLIS Konverter verwendet. Diese benötigt eine Quell- und Zieldatenbank. Im Konversionsskript sind die zu transformierenden Tabellen definiert. Zudem wird auf das erstellte Dreiecksvermaschungsfile verwiesen.

3.3 Nachweis der Wirkung der lokalen Entzerrung

Die Wirkung der lokalen Entzerrung wird durch verschiedene Darstellungen und Kontrollen nachgewiesen.

Um die Verschiebungen infolge der Behebung der lokalen Spannungen aufzuzeigen, werden die Koordinatenänderungen anhand eines Punktrasters mit Maschenweite 50m abgebildet. Für jeden Punkt auf dem Raster wird die Koordinatenänderung berechnet und als Verschiebungsvektor dargestellt. Damit wird die Systematik der Entzerrung ersichtlich und die Wirkung kann überprüft werden (siehe Planbeilage „Auswirkungen der lokalen Entzerrung - Fineltra-Dreiecksvermaschung“).

Auf einem weiteren Plan werden die Differenzen in den Kontrollpunkten (LFP 3) dargestellt. Diese Kontrollpunkte wurden bei der GNSS-Messkampagne zur Aufdeckung und Abgrenzung der lokalen Spannungen mitbestimmt, jedoch nicht als Transformationsstützpunkte verwendet. Die nach der Transformation resultierenden Differenzen zwischen den transformierten und den gemessenen Koordinaten erfüllen die Genauigkeitsanforderungen gemäss TVAV und weisen nur noch vernachlässigbare systematische Einflüsse auf (siehe Planbeilage „Differenzen der Kontrollpunkte nach der Entzerrung“).

Der Einfluss der lokalen Entzerrung auf die Grundstücksflächen wird ebenfalls untersucht. Für die Berechnungen der Flächenänderungen werden die technischen Flächen der Liegenschaftsgeometrie verwendet. Die Grundstücke werden je nach Flächenänderung unterschiedlich eingefärbt dargestellt (siehe Planbeilage „Auswirkungen der lokalen Entzerrung - Flächendifferenzen der Liegenschaften“). Es bleibt aber zu beachten, dass durch Rundungseffekte bei den eingetragenen Flächen des Grundbuches Änderungen auftreten können, auch wenn die technischen Flächenänderungen weniger als 0.5m² betragen.

Durch die graphische Veranschaulichung der Wirkungen der Behebung der lokalen Spannungen lässt sich ein griffige Konsistenz- und Plausibilitätskontrolle umsetzen.

4 Resultate

Die lokalen Spannungen können durch die Entzerrung mittels maschenweiser Affintransformation weitestgehend behoben werden. Die Differenzvektoren in den Kontrollpunkten erfüllen die Genauigkeitsanforderungen gemäss TVAV und weisen höchstens noch gering-

fürige systematische Trends auf (siehe Planbeilage „Differenzen der Kontrollpunkte nach der Entzerrung“).

Die Verschiebungen durch die Entzerrung wirken recht homogen. Es treten keine abrupten Verschiebungsänderungen auf, was für eine gute Wahl der Stützpunkte und der Dreiecksdefinition spricht (siehe Planbeilage „Auswirkungen der lokalen Entzerrung - Fineltra-Dreiecksvermaschung“).

Die Flächenänderungen im betroffenen Gebiet bleiben klein. Die überwiegende Mehrzahl der Liegenschaften weisen Flächenänderungen unter 0.5m^2 auf (siehe Planbeilage „Auswirkungen der lokalen Entzerrung - Flächendifferenzen der Liegenschaften“). Die grössten Flächendifferenzen treten bei den grossen Waldparzellen nördlich des Spannungsgebiets auf, da am Nordrand des Gebiets die grössten Verschiebungen auftreten ist dies plausibel. Diese werden über eine relativ grosse Distanz in den Waldbereich hinein kompensiert. Das ist vertretbar und unproblematisch, da die Genauigkeitsanforderungen ausserhalb des Baugebiets geringer sind und innerhalb des Waldes kaum Punkte transformiert werden.

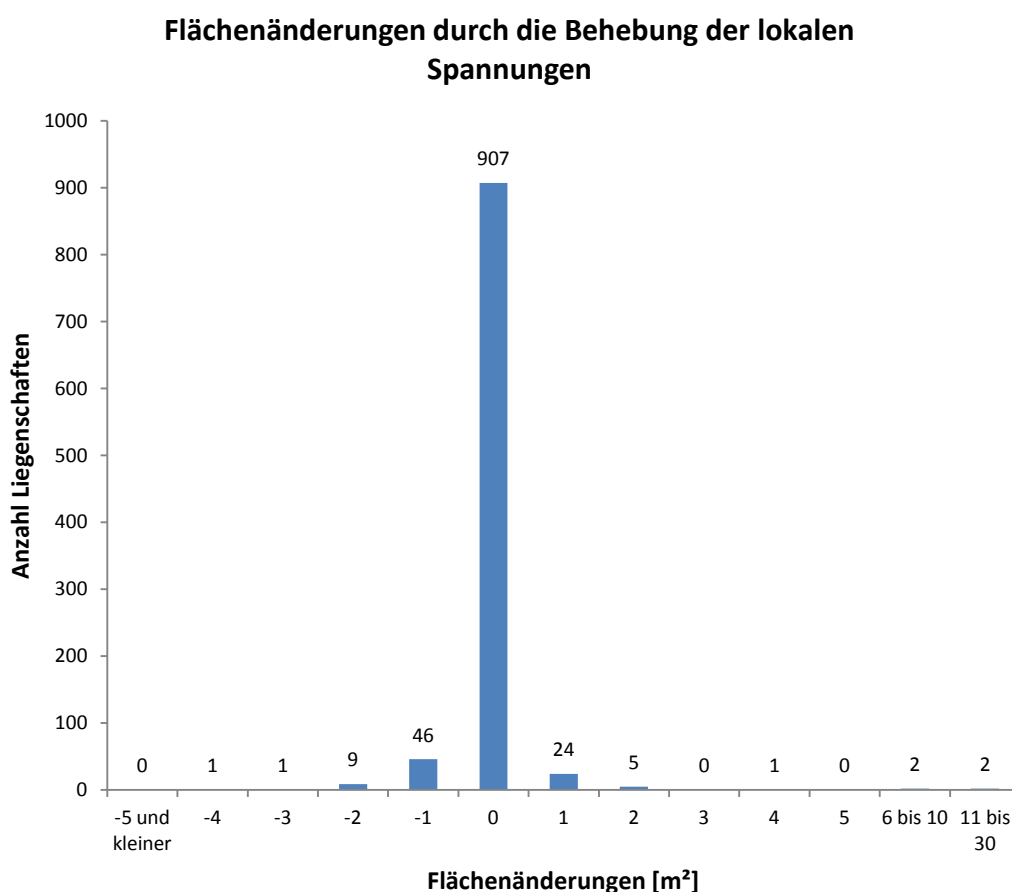


Abbildung 1: Histogramm der Auswirkungen der Entzerrung auf die Liegenschaftsflächen

5 Schlussbemerkung

Die Entzerrungsmethode mittels maschenweiser Affintransformation analog zum Bezugsrahmenwechsel und die gewählte Dreiecksvermaschung bewähren sich. Da die entsprechenden Verfahren bereits implementiert, getestet und die Arbeitsabläufe bekannt sind, können die lokalen Spannungen verhältnismässig effizient behoben werden.

BSB + Partner, Ingenieure und Planer AG

Urs Schor

Markus Kiefer

Oensingen, 18. April 2016