

Automatisierte Ausgleichung im Liegenschaftskataster

In Nordrhein-Westfalen werden verschiedene Vorschriften der Liegenschaftsvermessung künftig zu einer Vorschrift, dem Erhebungserlass, zusammengefasst.

Als erstes Bundesland geht NRW mit dem Erhebungserlass neue Wege und führt die Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen als Pflichtaufgabe ein. Es sollen die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der berechneten Koordinaten sowie der Messwerte durch statistische Kennwerte mit Ausgleichungsverfahren nachgewiesen werden.

Die Integration der Ausgleichung in die Berechnungsabläufe und den Vermessungsschriften stellt die Vermessungsstellen vor eine neue Herausforderung.

Bislang unbefriedigende Situation im ÖbVI-Büro Ulrich Epp bei der Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen

Ende 2013 wurde die Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen in meinem ÖbVI-Büro eingeführt. Im ersten Schritt wurde mit einfachen Gebäudeeinemessungen gestartet. Die Messung wurde auf die Polaraufnahme und die temporären GNSS-Anschlusspunkte beschränkt. Um die Ausgleichung einfach zu halten, wurde auf die Messung der Gebäudeseiten mit dem Messband und ein Lageanschluss an vorgefundenen Abmarkungen der Landesvermessung verzichtet. Mit den gewonnenen Erkenntnissen wurde schrittweise die Ausgleichung auch von komplexen Messungen mit unterschiedlichen Lageanschlüssen ausgeweitet.

Die Auswertung der Messung erfolgte wie gewohnt zunächst mit dem Berechnungsprogramm Geo8 der Firma GEOSOFT. Anschließend konnte über eine vorhandene Schnittstelle im Berechnungsprogramm eine Auftragsdatei mit den Messelementen für das Ausgleichungsprogramm erzeugt werden. Die Ausgleichung erfolgte nun extern mit dem Programm KAFKA. Nach erfolgreicher Ausgleichung mussten die ausgeglichenen Koordinaten in das Berechnungsprogramm zur

weiteren Verarbeitung und Dokumentation eingelesen werden.

Wenn mehrere Ausgleichungsläufe (frei, dynamisch untergewichtet, dynamisch angemessen) notwendig waren, wurde viel Zeit im Ausgleichungsprogramm benötigt. Durch die Vielzahl von Schaltern und erforderlichen Änderungen an den Daten zwischen den unterschiedlichen Ausgleichungsstufen, war die Bedienung fast nur für Ingenieure machbar.

Anfang 2014 habe ich bei GEOSOFT nachgefragt: „Können Sie die Ausgleichung automatisieren und das Ausgleichungsprogramm direkt aus Geo8 steuern?“

Heute, nach einem Jahr Entwicklungsarbeit, läuft die Ausgleichung über die Oberflächen von Geo8 „narrensicher“ mit den Ausgleichungsprogrammen KAFKA oder SYSTRA im Hintergrund und wird sogar von den Auszubildenden ohne Probleme eingesetzt, auch wenn bei den Vermessungstechnikern die Ausgleichungsrechnung leider noch nicht im Lehrplan angekommen ist.

An dieser Stelle der Hinweis auf einige Grenzwerte aus der gültigen Vorschrift

Im Vermessungspunkterlass von NRW vom 12.01.1996 wurden bereits Grenzwerte für die flächenhafte Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen festgelegt:

Grenzwerte Prüfkriterien

- Grenzwert NV = 2
- Grenzwert EV = 10%
- Grenzwert Varianz für Beobachtungsgruppen > 0,6 und < 1,4

wobei

NV = normierte Verbesserung einer Beobachtung

EV = Einfluss auf die Verbesserung

Grenzwerte Standardabweichungen a priori

- EDM Strecke 0,02 m
- Richtungen 0,002 Gon + 0,008 m x RHO/S

Grenzwert Varianz

Problematisch sind hierbei die Grenzwerte für die Varianz. In der Praxis stellen wir schnell fest, dass der geforderte

Grenzwert für die Varianz der Beobachtungsgruppen > 0,6 bei kleineren Liegenschaftsvermessungen meistens nicht eingehalten werden kann.

Die Varianz der Beobachtungsgruppen hat aber nur dann Aussagekraft, wenn eine ausreichende Anzahl von Überbestimmungen vorliegt. Ist dies nicht der Fall, erzeugt die Ausgleichung zwar Koordinaten, die statistischen Werte haben aber kaum Aussagekraft.

Die Verwendung von angemessenen Gewichten, also der Standardabweichung a priori, hat in diesem Fall Vorrang.

Empfehlung

In Zusammenarbeit mit dem Katasteramt Siegburg wurde aus Erfahrungswerten folgende Empfehlung abgeleitet:

- GNSS 0,010 m
- EDM Strecke 0,004 m
- Richtungen 0,001 Gon + 0,004 m x RHO/S

Die Erfahrungswerte wurden als Standard-einstellung im Ausgleichungsmodul von Geo8 voreingestellt. Abweichungen von den angegebenen Gewichten sind büro- und projektabhängig.

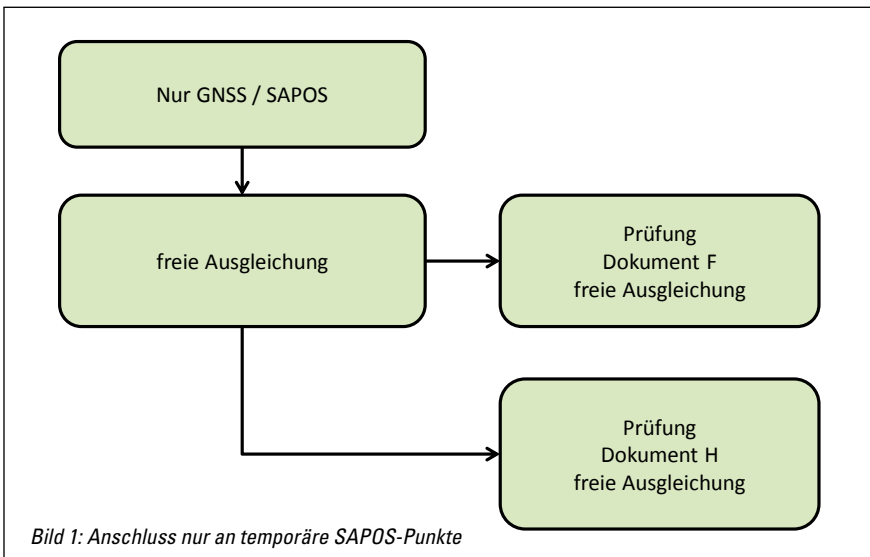
Ausgleichung und Prüfung

Im Folgenden werden zwei Verfahren zur Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen im ETRS mit Zuordnung der in NRW geforderten Prüfdokumente beschrieben.

Verfahren 1: Anschluss nur an temporäre SAPOS-Punkte

Die GNSS-Messungen mit direkter Bestimmung von ETRS89-Lagekoordinaten werden als Koordinatenbeobachtungen in die freie Ausgleichung eingeführt.

Alle Punkte, auch die temporären GNSS-Anschlusspunkte werden in der freien Ausgleichung ohne äußeren Zwang neu berechnet. Durch ein vernünftiges Gewichtsverhältnis tragen die übrigen Beobachtungen, wie z. B. die polaren Bestimmungselemente, zur Prüfung und „Verbesserung“ der GNSS-Koordinaten bei. Es ist nur ein „Ausgleichungslauf“ erforderlich (Bild 1).



Hierzu folgender Fall aus der Praxis

Bei einer nachmittags durchgeführten Teilungsvermessung mit Anschluss an temporären GNSS-Punkten wurden bei der Ausgleichung Differenzen in der Messung festgestellt. Die erste Nachmessung (wieder nachmittags) bestätigte die Messwerte, die Differenzen konnten nicht aufgedeckt werden.

Eine eher zufällig vormittags durchgeführte zweite Nachmessung führte dann plötzlich zu Abweichungen von 7 cm in einem der GNSS-Punkte gegenüber den Nachmittagsmessungen. Die GNSS-Beobachtungen innerhalb der gleichen Messung waren in Ordnung. (Differenz zwischen den zwei vorgeschriebenen Messungen sogar < 1cm.)

Was könnte die Ursache dafür sein? Im Messgebiet waren meinem Mitarbeiter Funkantennen aufgefallen und er hatte mal davon gehört, dass Funkwellen Einfluss auf die GNSS-Messungen haben können. Wir haben uns dann beim Nutzer der Antennen erkundigt und erfahren, dass diese von einem jugendlichen Amateurfunker mittags, wenn er aus der Schule wieder zurück war, häufig eingeschaltet wurden. Die Funkwellen müssen also tatsächlich Einfluss auf die GNSS-Messungen gehabt haben. Ohne Ausgleichung wäre der Fehler durch den „Verschmierungeffekt“ (freie Stationierung/Transformation) kaum aufgefallen.

Verfahren 2: zusätzlicher Anschluss an Punkte des Katasternachweises

Soll an Punkte des amtlichen Nachweises angeschlossen werden, so wird in Nordrhein-Westfalen eine Ausgleichung in 3 Stufen verlangt.

Dabei kommt eine dynamische Ausgleichung zum Einsatz. Diese führt die Koordinaten der Anschlusspunkte als zusätzliche

Beobachtungen mit ihren Standardabweichungen (Gewichte) in die Netzausgleichung ein. Die Koordinaten der amtlichen Anschlusspunkte werden dabei durch die Ausgleichung nicht verändert (Bild 2).

1. Im ersten Schritt wird in einer „freien Ausgleichung“ die innere Genauigkeit der Messung geprüft. Hierbei wird keinerlei Zwang auf die Messwerte ausgeübt. Eine Aussage über die unveränderte Lage der Anschlusspunkte ist hierbei noch nicht möglich.
2. Um Fehler in den Anschlusskoordinaten oder vorgefundenen Abmarkungen der Anschlusspunkte aufzufinden, wird in den Vorschriften dann zunächst eine dynamisch untergewichtete Ausgleichung ver-

langt. Hierbei werden die ausgewählten Lagerungspunkte mit einer Genauigkeit > 20 cm untergewichtet. Die untergewichtete Ausgleichung ist mit der freien Ausgleichung vergleichbar, weil die Lagerungspunkte durch die Untergewichtung noch keinen Zwang auf die übrigen Beobachtungen ausüben. Die Ausgleichungsrechnung liefert Koordinatenverbesserungen für die Anschlusspunkte. Überschreiten die Verbesserungen den Grenzwert von 3 cm ist die Koordinate oder die vorgefundene Abmarkung fehlerhaft und kann nicht für den Anschluss an das Landssystem verwendet bzw. muss geprüft werden.

3. Treten an den Anschlusspunkten keine unzulässigen Abweichungen auf, erfolgt im letzten Schritt die dynamische Ausgleichung mit angemessener Gewichtung zur Berechnung der endgültigen Koordinaten.

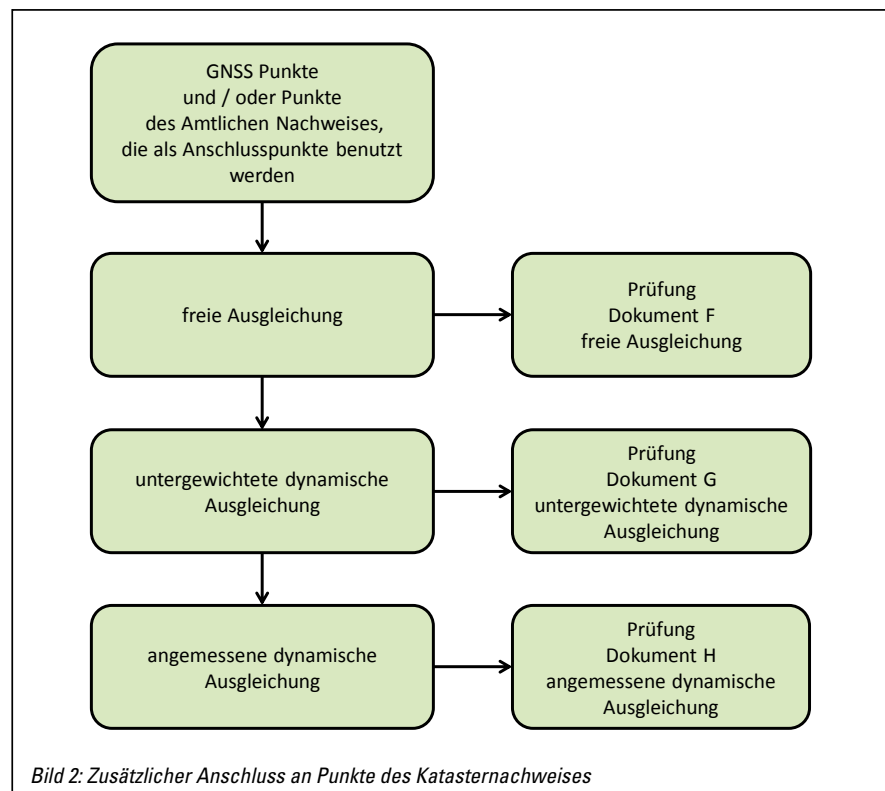
Anmerkung:

Auch bei diesem Verfahren werden die Koordinaten der GNSS-Messungen wieder als direkte Koordinatenbeobachtungen eingeführt.

Zusammenfassung

Die Online-Steuerung der Ausgleichung aus dem Berechnungsprogramm Geo8 heraus macht vieles einfacher.

Bei Verfahren 1 (nur temporäre GNSS-Punkte als Anschlusspunkte) einfach die Ausgleichung aus dem Berechnungsprogramm heraus starten.



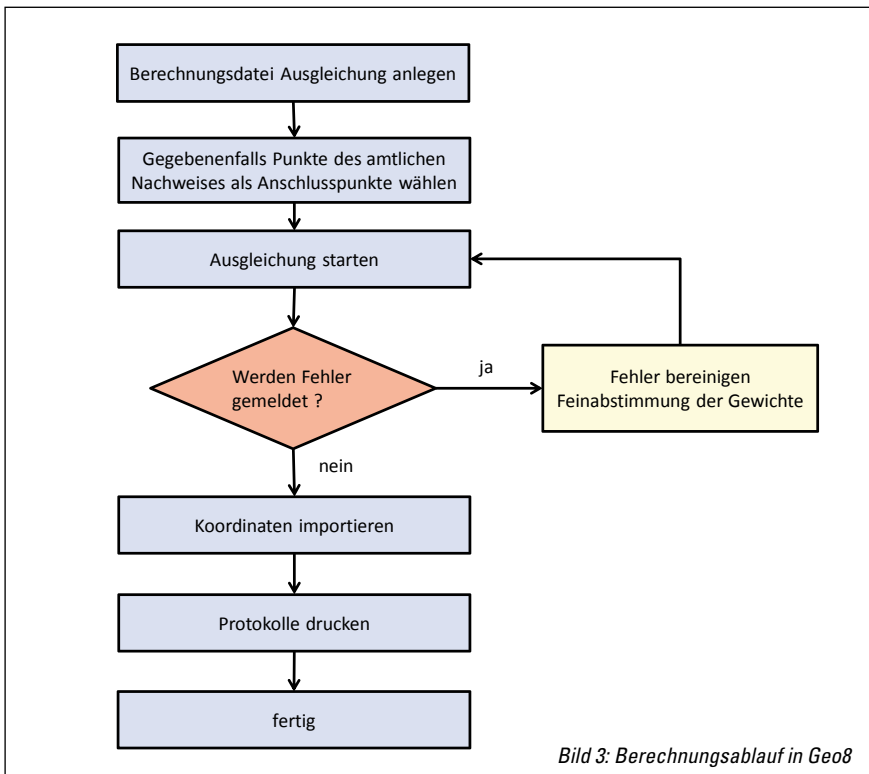


Bild 3: Berechnungsablauf in Geo8

Bei Verfahren 2, eine mit einer Transformation vergleichbaren Berechnung anlegen und amtliche Anschlusspunkte wie Passpunkte eingeben (Bild 3).

Welche Ausgleichungsstufen erforderlich sind (freie, dynamisch untergewichtete oder dynamisch angemessene) erkennt Geo8 am Datenmaterial automatisch. Im Anschluss an die Ausgleichung erscheint ein für jeden verständliches Protokoll in Form einer *.txt-Datei. Darin finden Sie z. B. kommentierte Hinweise auf unkontrollierte Messungen. Dadurch, dass aus einer Vorauswertung in Geo8 ermittelte Koordinaten als Näherungskordinaten an die Ausgleichung übergeben werden, tauchen fast nie grobe Fehler in der Ausgleichung auf. Diese werden schon bei der Vorauswertung erkannt.

Die Ausgleichungsergebnisse werden als farbige Grafik mit Markierung der Fehler und Fehlerellipsen in Geo8 angezeigt. Die in NRW geforderten Dokumente F-H werden automatisch erstellt.

Eine große Hilfe ist auch die vom Katasteramt Siegburg erarbeitete „Checkliste Ausgleichung“. Alle für die Ausgleichung entscheidenden Kriterien werden geprüft und bei Einhaltung der Vorschrift mit einem grünen Indikator gekennzeichnet, ansonsten rot.

Auswertung von Fortführungsvermessungen

Das folgende Diagramm Bild 4 zeigt die weiteren Arbeitsschritte einer Fortführungsver-

messung mit Grenzuntersuchung, Berechnung von Sollkoordinaten und Kontrolle der Abmarkung.

Messung im lokalen System

Im Stadtgebiet mit geschlossener Bebauung, aber auch in Waldgebieten lassen sich qualitative GNSS-Messungen nur schwer oder überhaupt nicht realisieren. Fehlen dann noch Punkte des amtlichen Nachweises mit geeigneter Lagegenauigkeit, kann die Messung nicht direkt im ETRS ausgeführt werden. In diesem Fall kommt man nicht umhin im klassischen

örtlichen System mit Anschluss an außerhalb des Arbeitsgebietes gelegene Passpunkte zu arbeiten.

Um die örtliche Messung bereits im Felde ausgleichungstechnisch kontrollieren zu können, wurde in Geo8 eine freie Ausgleichung von lokalen Messungen implementiert. Nach Abschluss der Vermessungsarbeiten erfolgt dann die Ausgleichung und weitere Berechnung wie zuvor beschrieben im Landessystem.

Vermessungsschriften

Zurzeit werden die Protokolle der Vermessungsschriften in NRW überarbeitet und an die modernen Verfahren wie ALKIS, SAPOS und Ausgleichsrechnung angepasst. Der Vermessungsriß wird für eine automatisierte Risserstellung neu gestaltet und soll die Anfertigung der Vermessungsschriften erheblich vereinfachen.

Weitere Informationen

www.vermessung-epp.de: Wer die Wirkungsweise der Ausgleichung, das Zusammenspiel der Gewichte sowie die statistischen Größen der Wahrscheinlichkeitsrechnung kennenlernen möchte, kann sich von meiner Webseite einen Ausgleichsrechner mit Anleitung herunterladen.

Autor

Dipl.-Ing. Ulrich Epp, ÖbVI
Kaiser-Wilhelm-Platz 12,
53721 Siegburg
info@vermessung-epp.de

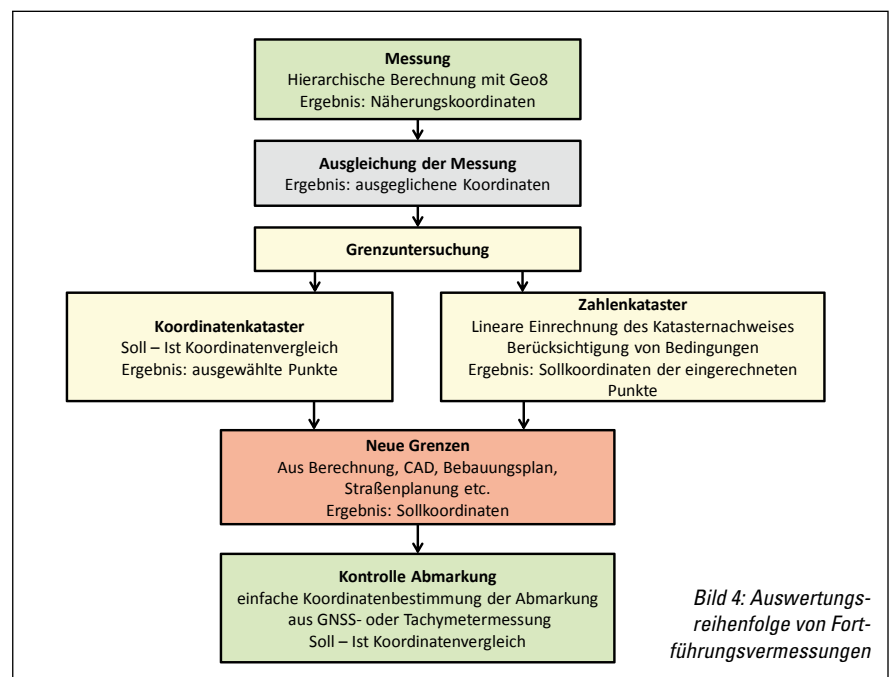


Bild 4: Auswertungsreihenfolge von Fortführungsvermessungen