

**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:** 100 (2002)

**Heft:** 4

**Artikel:** Verbesserung bestehender digitalisierter Geodaten : TOPOBASE TM Programm-Modul ; Homogenisierung von c-plan

**Autor:** Kanani, E. / Fankhauser, T.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235892>

### **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:** 26.01.2026

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

# Verbesserung bestehender digitalisierter Geodaten

## TOPOBASE™ Programm-Modul Homogenisierung von c-plan

Die konsequente Verbesserung digitalisierter Datenbestände bei der sukzessiven Bestandsfortführung bleibt eine der wichtigsten Aufgaben der Vermessung. In diesem Artikel wird eine Methode vorgestellt, mit welcher bestehende Daten auf möglichst ökonomische Art in ein neu vermessenes Netz überführt werden können. Die Grundidee dieser Methode basiert auf der Zerlegung des betreffenden Gebietes in (finite) dreieckige Elementarflächen, innerhalb derer eine Interpolation durchgeführt wird. Zusätzlich ist es möglich, die geforderten geometrischen Bedingungen (Rechtwinkligkeit, Ordinaten- und Abszissenmass etc.) mit einer vermittelnden Ausgleichung herzustellen. Das Interpolationsmodell kann gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt für die Verbesserung anderer GIS-Daten (Gas, Wasser etc.) verwendet werden.

*L'amélioration constante des données numériques ainsi que leur mise à jour et gestion successives restent une des plus importantes tâches de la mensuration. Dans cet article, une méthode est présentée par laquelle des données existantes peuvent être transférées d'une façon économique dans un réseau nouvellement mesuré. L'idée de fond de cette méthode est basée sur un découpage de la région concernée en des surfaces (finies) élémentaires triangulaires à l'intérieur desquelles on procède à une interpolation. En plus, il est possible d'assurer les conditions géométriques (angle droit, mesures d'ordonnée et d'abscisse, etc.) par une compensation. Le modèle d'interpolation peut être mémorisé et utilisé ultérieurement pour l'amélioration d'autres données SIT (gaz, eau, etc.).*

Il miglioramento coerente dei file di dati digitali, in vista del loro successivo aggiornamento, continua a rimanere uno dei principali compiti spettanti alle misurazioni. In questo articolo si presenta una metodologia che permette di trasferire, su una nuova rete da misurare, i dati già esistenti e questo in modo economicamente vantaggioso. L'idea fondamentale di questo metodo consiste nello scomporre il territorio in questione in superfici elementari triangolari, tra cui si fa un'interpolazione. Inoltre, una specifica compensazione permette di creare i presupposti geometrici richiesti (ortogonalità, misura dell'asse delle ascisse e delle coordinate, ecc.). Il modello d'interpolazione è memorizzabile ed utilizzabile anche in un secondo tempo per il miglioramento degli altri dati SIG (gas, acqua, ecc.).

E. Kanani, T. Fankhauser

### 1. Einleitung

In vielen Gemeinden sind numerische Daten der amtlichen Vermessung vorhanden. Von diesen Daten wird neben Genauigkeit und Vollständigkeit auch Aktualität erwartet. Eine vollständige Erneuerung der Daten durch eine Neuver-

messung ist aus finanziellen Gründen nicht möglich, deswegen drängen neue Wege zur wirtschaftlichen Fortführung der Daten immer mehr in den Vordergrund. Im Fort- und Nachführungsprozess müssen nicht nur die Grenz- und Detailpunkte aktualisiert werden, sondern auch alle bestehenden digitalisierten Objekte sowie deren Attribute (z.B. Beschriftungen, Assekuranzennummern, Hausnum-

mern etc.). Bei diesem Prozess soll die Topologie unverändert bleiben und bestehende geometrische Bedingungen (Rechtwinkligkeit, Bemassungen etc.) sollen wieder hergestellt werden.

Mit dem Programm-Modul Homogenisierung der Firma c-plan ist ein Lösungsweg vorhanden, der diesen Anforderungen gerecht wird.

### 2. Lösungsweg

Interpolationsmethoden werden oft eingesetzt, wenn die bekannten Transformationsmethoden (Helmert und Affin) versagen. Das heisst, es wird versucht die Restklaffungen zwischen den beiden Systemen zu verteilen. Die Methoden, welche für die Interpolation eingesetzt werden, sind verschieden (siehe Carosio, 1992; Kaltenbach et al., 1997; Müller, 2001).

Das von c-plan entwickelte Verfahren beruht auf einem interpolations-basierenden Verfahren – der Methode der finiten Elemente. Damit werden die Daten «in der Umgebung» nachbarschaftstreu nachgeführt. Der Prozess basiert auf zwei Schritten:

- 1) Interpolation mit Berücksichtigung der Punktverschiebungen in den Passpunkten.
- 2) Herstellung der mathematischen Bedingungen, die bei bestimmten Objekten durch den ersten Vorgang verletzt wurden, mittels einer vermittelnden Ausgleichung.

#### 2.1 Interpolation mit Berücksichtigung der Punktverschiebungen in den Passpunkten

Das Fortführungsgebiet wird in (finite) dreieckige Elementarflächen zerlegt, innerhalb derer eine Interpolation durchgeführt wird (Abb. 1). Das Dreiecksnetz wird ohne Lücken und Überlappungen mittels Autocad Land Development der Firma Autodesk aufgebaut. Die Eckpunkte der Dreiecke können vom Benutzer definiert werden, wobei Triangulationspunkte aller Ordnungen sowie Polygonpunkte, neue gemessene Grenzpunkte etc. erlaubt sind.





Abb. 1: Ausgangssituation und Dreiecksvermaschung.

Um die Restklaffungen (Unterschiede zwischen neuen und alten Koordinaten in Y und X) in den Passpunkten eines Dreiecks in der Nachbarschaft zu verteilen, werden separat für Y und X zwei digitale Geländemodelle gerechnet und damit durch Interpolation innerhalb eines Dreiecks die Höhe (oder die Korrektur in Y und X für einen bestehenden Punkt) ermittelt. So wird in einem ersten Schritt eine homogene Verteilung der Restklaffungen in der Nachbarschaft realisiert (Abb. 2). Voraussetzung für eine mathematisch korrekte Interpolation mittels der oben beschriebenen Methode ist, dass die Punkte im gleichen Koordinatensystem liegen. Lokale Daten sollten vorher in das übergeordnete System transformiert werden.

## 2.2 Herstellung der geometrischen Bedingungen

Durch lokale Störungen wird der Datenbestand geometrisch inhomogen. In Abbildung 2 ist zu sehen, dass nach dem ersten Schritt die mathematischen Bedingungen wie Orthogonalität (Rechtwinkligkeit), Ordinaten- und Abszissenmass, Streckenabstand (Punktabstand), Geradlinigkeit etc. nicht erhalten bleiben. Je nach Verteilung der Passpunkte und deren Restklaffungen sind die Verletzungen der mathematischen Bedingungen unterschiedlich.

### 2.2.1 Rechtwinkligkeit

Die Rechtwinkligkeitsbedingungen sind bei verschiedenen Konstruktionen und/oder Gebäudeumrissen relevant. Sie werden mit Hilfe eines Ausgleichsmodells eingehalten. Im folgenden wird das Ausgleichsmodell für die Gebäudeumrisse vorgestellt.

Um die unbekannten Parameter und die Beobachtungen des Ausgleichsmodells zu bestimmen, wird in Abb. 3 ein Gebäudeumriss dargestellt. Man erkennt:

- a) die Position der Gebäudeecken nach dem ersten Schritt ist sehr nahe bei den gesuchten effektiven Positionen.
- Die Gleichungen des Modells sind

$$\begin{aligned} Xa_j - Xo_j &= v_j \\ Ya_j - Yo_j &= v_j \end{aligned} \quad (1)$$

wo

$Xa_j, Ya_j$  ausgeglichene Koordinaten (unbekannte Parameter) der Gebäudeecken

$Xo_j, Yo_j$  Näherungskoodinaten der Gebäudeecken

$v_j$  Verbesserung

$p$  Anzahl der Gebäude Ecken (Anzahl der unbekannten Parameter ist  $2p$ )

- b) die Winkel eines Objektes können an 90 Grad Winkel angepasst werden. Diese Annahme entspricht eine Analyse von bestehenden Plänen, wonach 80% der Gebäudegrundrisse Rechtecke oder rechtwinklige Polygone sind. Die Orthogonalität von zwei Strecken ist definiert durch das Verschwinden des Skalarproduktes der beide Trägervektoren (Abb. 3).

$$\cos(\alpha_{j+1}) = \frac{(Xa_{j+1} - Xa_j) \cdot (Xa_{j+2} - Xa_{j+1})}{dis_1 \cdot dis_2} + \frac{(Ya_{j+1} - Ya_j) \cdot (Ya_{j+2} - Ya_{j+1})}{dis_1 \cdot dis_2} = 0 + v_j \quad (2)$$

wobei für  $dis_1$  und  $dis_2$  gilt

$$dis_1 = \sqrt{(Xa_{j+1} - Xa_j)^2 + (Ya_{j+1} - Ya_j)^2} \quad (3)$$

$$dis_2 = \sqrt{(Xa_{j+2} - Xa_{j+1})^2 + (Ya_{j+2} - Ya_{j+1})^2} \quad (4)$$



Abb. 2: Nachbarschaftstreue Anpassung der Restklaffungen.



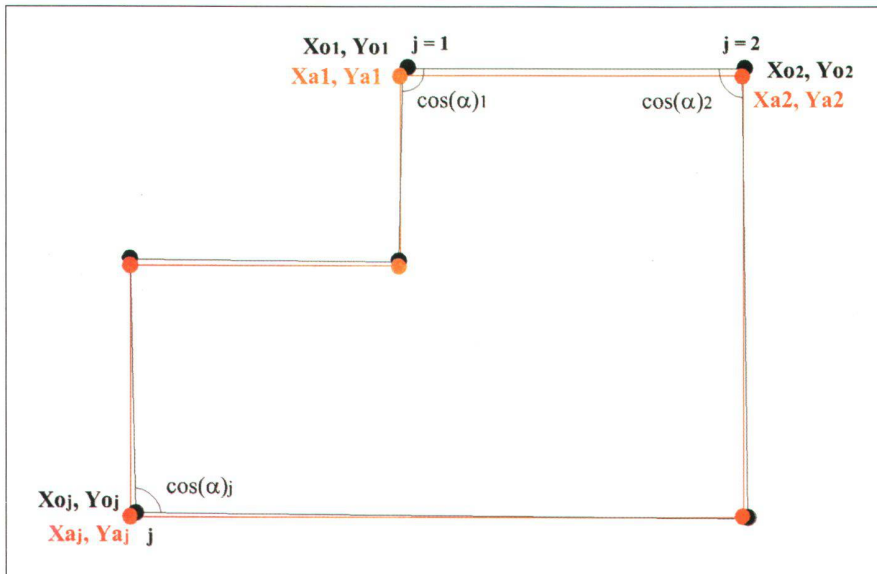


Abb. 3: Gebäudegrundriss nach der Interpolation (in schwarz) und Ausgleichung (in rot).

Bei den Gleichungen vom Typ (a) sind keine Ausreisser zu erwarten. Die Gleichungen vom Typ (b) hingegen können grobe Fehler enthalten, denn die Bedingung (b) ist nicht immer erfüllt. Trotzdem ist die Zahl der Ausreisser dieses Typs beschränkt. Als statistischer Schätzer für die Bestimmung der unbekannten Parameter wurde der BIBER-Schätzer (Wicki, 1999) genommen, da dieser die Eigenschaften des Kleinste-Quadrate-Schätzers behält und mit einer kleinen Zahl von Ausreis-

sern zurecht kommt. Nach der Ausgleichung ist ein verbesserter Datenzustand der Gebäudegrundrisse zu erkennen.

## 2.2.2 Ordinaten- und Abszissenmass

Oft sind in verschiedenen GIS-Projekten Bemessungen (Ordinaten- und Abszissenmasse) zu finden. Sie sind ein wichtiger Bestandteil eines GIS-Projektes und sollen bei der Interpolation oder Ausgleichung beibehalten werden. In Abbildung 4a sieht man einen veränderten Sollab-

stand der Kanalschächte zu ihrem Bezugselement nach der Anpassung durch Berücksichtigung der Punktverschiebung. Diese Bedingung soll wieder hergestellt werden. In diesem Modell wird die neue Position des Punktes (Kanalschacht) mit einem Bogenschlag neu gerechnet, der die bekannten Sollabstände und die Koordinaten der Eckpunkte der Gebäude verwendet.

## 2.3 Homogenisierung anderer GIS-Projekte

Basierend auf den Daten der amtliche Vermessung werden viele andere GIS-Applikationen weiter projiziert (z.B. Gas- und Wasserleitungen). In Abbildung 4a erkennt man die Inkonsistenzen, die zwischen den interpolierten (homogenisierten) Daten der AV und den Daten eines Gas-Projektes entstehen können. Der Vorteil unserer Methode besteht in der Nutzung des Verbesserungsmodells (mit Daten der Amtlichen Vermessung) zur Homogenisierung anderer GIS-Projekte.

## 2.4 Ablauf

Der oben vorgestellte Lösungsweg wird einerseits realisiert durch interaktives Eingreifen des Benutzers (wie z.B. Wahl der Passpunkte, Festlegen des Bearbeitungsgebietes) und andererseits durch die automatische Entscheidung gemäss der

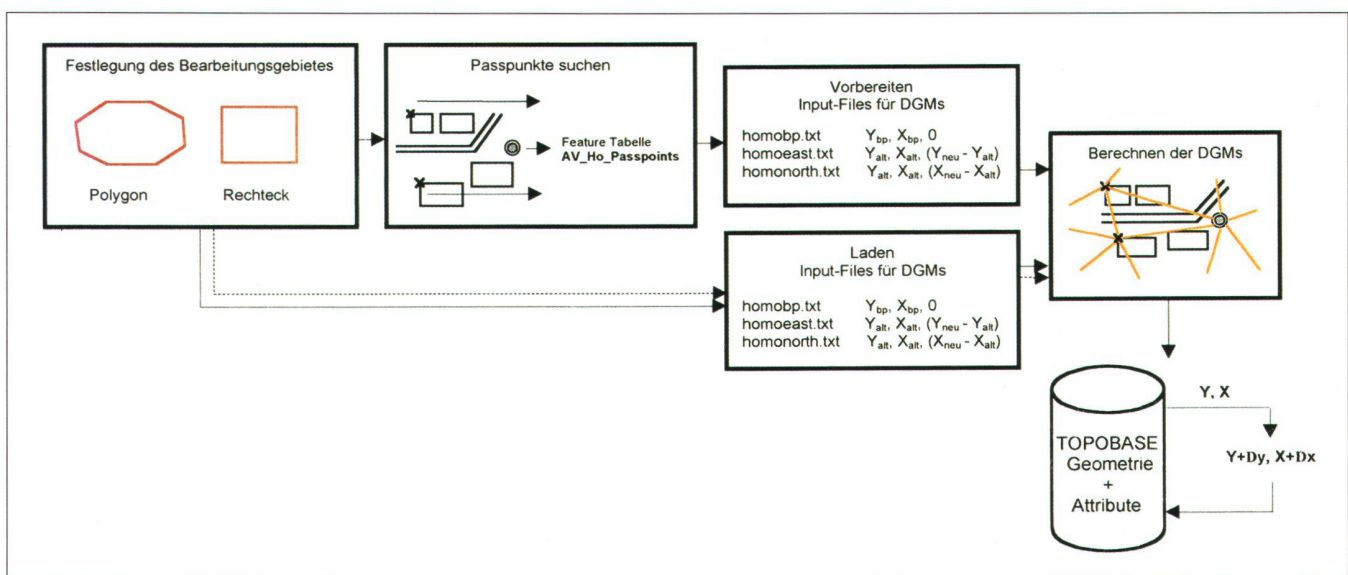


Abb. 5: Flussdiagramm der Homogenisierung.



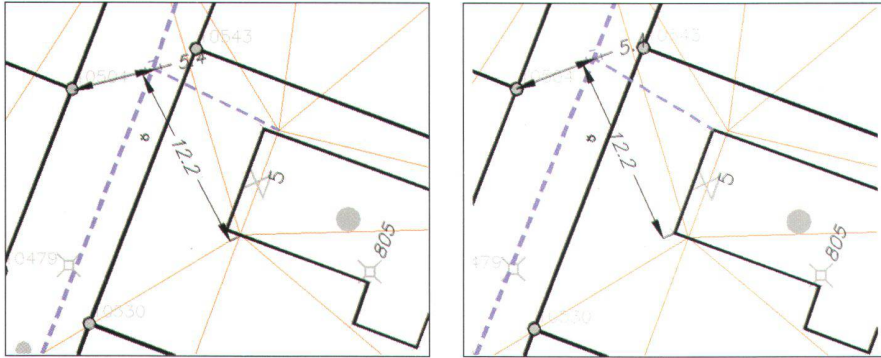


Abb. 4: Alter Zustand (a); neu berechneter Soll-Abstand der Punkte (b).

Analyse der Datenbestandes (z.B. Entscheidung für eine Rechtwinkligkeitsbedingung). Abbildung 5 zeigt ein Flussdiagramm zum Ablauf der Homogenisierung innerhalb des GIS TOPOBASE™.

### 3. Beurteilung der Resultate

Um die Resultate der Homogenisierung optisch schnell beurteilen zu können, werden sie online graphisch präsentiert. Durch blaue Verschiebungsvektoren in einem wählbaren Massstab (siehe Abb. 2) werden die Verbesserungen dargestellt. Der Verschiebungsvektor zeigt die neue Position des Punktes und ermöglicht es, sehr schnell die Orientierung der Verbes-

serungen zu überprüfen, homogene Zonen abzugrenzen und zu eliminierende Passpunkte zu erkennen.

### 4. Schlussfolgerung

Das Programm Homogenisierung ist in das GIS TOPOBASE™ der Firma c-plan integriert. Es unterstützt die effiziente Verbesserung (Homogenisierung) digitalisierter Datenbestände und ist somit ein wichtiges Werkzeug für die Pflege von GIS-Daten. Die kostengünstige Lösung liefert sehr gute Resultate, wenn die Verschiebungen an den Passpunkten systematische Abweichungen aufweisen. Mittels der c-plan-Methode zur Homogenisierung ist es auch möglich, grosse

Datenmengen kontinuierlich mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand zu verbessern.

#### Referenzen:

Autodesk, Inc. (1999): Land Development Desktop, Benutzerhandbuch.

Carosio, A., Dufour, D. (1992): Beschreibung zum Program TRANSINT Version 92.3, Bulletin des Rechenzentrums Nr. 21, Bundesamt für Landestopographie, Wabern.

Kaltenbach, H., Mordek, P. (1997): Problematik und Lösungsansätze bei der Fortführung von NIS-Bestandsdaten, Verm.-Ing. 1/1997.

Müller, A. (2001): Interpolation ganzer Datensätze der amtlichen Vermessung mit dem Programm SITTRANS, Neue Referenzrahmen und Koordinatentransformationen in der Geomatik, herausgegeben von F. Golay.

Toms, Th. (1997): Konsequente geometrische Verbesserung digitaler Datenbestände bei der sukzessiven Fortführung, Verm.-Ing. 6/1997.

Wicki, F. (1999): Robuste Schätzverfahren für Parameterschätzung in geodätischen Netzen. Dissertation der ETH-Zürich.

Dr. Entela Kanani  
Toni Fankhauser  
c-plan AG  
Worbstrasse 223  
CH-3073 Gümligen

**Wie? Was? Wo?**

Das Bezugsquellen-Verzeichnis gibt Ihnen auf alle diese Fragen Antwort.

#### Lohnunternehmer (Dipl. Vermessungszeichner) bietet:

Steinsatz maschinell oder von Hand für  
Neuvermessungen usw.

- **Eigener Fahrzeug-Gerätepark!**
- **Kenntnisse in der Vermessung!**
- **Sehr gute Referenzen!**

#### Mit bester Empfehlung:

**CdM Kundendienst**  
**für Bau-, Forst-, Landwirtschaft**  
**Christian de Marchi**  
**Staldenmatte, 3703 Aeschi**  
**Natel: 079 459 49 63**