

Untersuchungen zur Geometrie-verbesserung von Geofachdaten mit dem NTV2-Verfahren nach Aktualisierungen im Liegenschaftskataster

Studies about Geometry Corrections of Spatial Thematic Data Using the NTV2 Method after Continuation Processes in the Real Estate Cadastre

Thomas Scholz, Uwe Dankmeyer, Jörg Blankenbach

Die Grundrissinformationen des Liegenschaftskatasters, gespeichert im ALKIS-Datenbestand, unterliegen ständigen Fortführungsprozessen, die eine kontinuierliche Verbesserung der Grundrissgeometrien (Koordinaten) bewirken. Diese Geobasisdaten bilden die Grundlage für eine Vielzahl von korrelierten Fachdatenbeständen. Je nach Entstehung dieser Fachdatenbestände, z. B. durch Digitalisierung analoger Daten oder durch die Überführung der Grundrissinformationen in diverse GI-, CAD- oder Datenbanksysteme, also durch die getrennte Führung dieser Datenbestände, ist eine integrierte Verbindung zu den Geometrien der Fachdaten nicht gegeben. Dieser Sachstand ergibt die Notwendigkeit, das fortlaufende Abdriften des Liegenschaftskatasters zu den Fachdaten durch einen automatischen Prozess aufzufangen. Die hier durchgeführte Studie beschäftigt sich mit der Frage, ob mit dem NTV2-Verfahren eine zeitnahe, qualitativ hochwertige Methode zur Verfügung steht, um dieses Abdriften der Fachdatenbestände kostengünstig, von gängigen Systemen nutzbar, begrenzen zu können.

Schlüsselwörter: NTV2-Transformation, Geometrieverbesserung, Homogenisierung, Katasterfortführung

The ground plan of the real estate cadastre, organized in the German land registry information system ALKIS, are liable to permanent continuation processes, which result in continuous improvements of the ground plan geometries (coordinates). These spatial base data provide the basis for a variety of correlated spatial thematic data. Depending on the evolution of these spatial data sources, e. g. by digitizing analogue data or by transferring the ground plan information to GIS, CAD or databases, no integrated links to the geometries of the data exist, due to the separation of these data sources. This situation leads to the necessity to adjust the ongoing drift offs of the real estate cadastre, in relation to the database, by an automated process. This study deals with the question, if the NTV2-Transformation provides a near-term, high quality method to limit the drift offs of the database economically and utilisable by other common systems.

Keywords: NTV2-transformation, geometry correction, homogenization, continuation of cadastre

1 EINFÜHRUNG

Mit der Einführung des Automatisierten Liegenschaftsbuchs (ALB) und der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) als wesentliche Komponenten wurde die analoge Führung des Liegenschaftskatasters in Deutschland durch digitale Nachweise abgelöst. Die ALK als Fachkonzept zur Automatisierung der geometrischen Nachweise des Liegenschaftskatasters bestand im Wesentlichen aus der Grundriss- und der Punktdatensatz. Beim Vermessungs- und Katasteramt der Landeshauptstadt Düsseldorf entstand die ALK-Grundrissdatensatz als grafische Ausprägung durch Digitalisierung analoger Rahmenkarten in den späten 1980er-Jahren.

Der rechnerische Punktnachweis des Liegenschaftskatasters, der ALK-Datenbankteil Punktdatensatz sowie die ALK-Grundrissdaten wurden zunächst nicht integriert geführt, sodass der Punktnachweis datentechnisch durch zwei Punktdatensätze (grafisch in der ALK und rechnerisch in der Punktdatensatz) repräsentiert wurde. Das parallel aufgebaute kommunale Geographische Informationssystem (GIS), also nahezu alle digitalen georeferenzierten Fachdatenbestände, besitzt daher als Koordinaten-Referenzsystem (CRS) das grafische Koordinatensystem der ALK-Grundrissdatensatz. Auch bei allen folgenden Fortführungen im Liegenschaftskataster behielt die Stadt Düsseldorf dieses grafische CRS bei. Das ALK-Datenvolumen umfasste die Geobasisdaten des Katasters, inklusive der gesamten kommunalen und städtischen Topographie.

2 EINFÜHRUNG DES AMTLICHEN LIEGENSCHAFTSKATASTER-INFORMATIONSSYSTEMS (ALKIS)

Die Ablösung der bisherigen ALK/ALB-Verfahren durch ALKIS umfasste weitaus mehr als den einfachen Austausch von Datenmodellen mit korrespondierenden Migrationsregeln. Es handelte sich vielmehr um einen aufwendigen und anspruchsvollen Prozess mit erheblicher Interdependenz. Die Folge waren neue Geschäftsprozesse mit reorganisierter Innen- und Außenwirkung. Die Einführung des ALKIS-Datenmodells vollzog sich bei der Landeshauptstadt Düsseldorf in zwei Schritten. Zuerst erfolgte die Überführung der ALK/ALB-Verfahren in die ALKIS-Datenstrukturen, allerdings noch mit dem CRS-Fundamentalpunkt Rauenberg und der Gauß-Krüger-Abbildung (DE_DHDN_3GK2). Der zweite Schritt umfasste den Datumsübergang der ALKIS-Datenhaltung nach ETRS89_UTM32, mit direkt anschließender flächenhafter Erst-Homogenisierung des gesamten Stadtgebiets in einem Guss. Der Koordinatenaustausch im Rahmen der Homogenisierung verschob die grafische Koordinate auf die gerechnete Koordinate des Punktnachweises mit hoher Genauigkeit, sodass der zweite Punktdatensatz in der ALKIS-Datenhaltung aufgelöst werden konnte. Dies führte zu effizienteren Geschäftsprozessen bei der Fortführung des Liegenschaftskatasters. Mit der Produktivstellung der ALKIS-Datenhaltung auf der Basis ETRS89_UTM32 war auch die Überführung sämtlicher georeferenzierter Fachdatenbestände der Landeshauptstadt Düsseldorf durch Transformation abgeschlossen, allerdings wurden diese kommunalen Fachdaten nicht homogenisiert (neue GIS-Infrastruktur).

3 AUSWIRKUNGEN FORTLAUFENDER KATASTERHOMOGENISIERUNGEN

Homogenisierung bezeichnet in der Geodatenverarbeitung ein mathematisch-statistisches Verfahren zur Erzeugung eines geometrisch konsistenten Datenbestands bei Verwendung unterschiedlicher Datenquellen, unter Berücksichtigung objektimmanenter Bedingungen und zeitlicher Beziehungen (z.B. Rechtwinkligkeit, Parallelität, Geradheit, Interpolation, Randpolygone, Zwangspunkte, temporäre Beschränkungen und dgl.) /Scholz 1992/, /Kampshoff & Benning 2005/, /Benning & Scholz 2010/, /Bill 2016/.

Jede Fortführung im Liegenschaftskataster (Geobasisdaten) bedeutet letztlich eine kontinuierliche Verbesserung der Geometrien mit der Folge, dass fast immer eine Homogenisierung angestoßen werden muss. Es entsteht damit quasi eine dynamische Liegenschaftskarte. Darüber hinaus besteht auch die Notwendigkeit, historisch bedingte Defizite in den Grundrissinformationen durch anlass- und projektbezogene Eingriffe (z.B. Beseitigung von Netzspannungen, Zusammenspielen von Koordinatenqualitäten verschiedenen Zeitepochen) zu beseitigen, um den Bedürfnissen von Verwaltung und Wirtschaft Rechnung zu tragen (Bautätigkeiten im Rahmen von Infrastrukturmaßnahmen). Dies führt zu einem Interessenkonflikt zwischen dem einerseits erstrebenswerten Ziel möglichst exakter Geobasisdaten und andererseits der Erhaltung der Geometrie-Identitäten zu den korrelierten Fachdatenbeständen.

Die Geometrie-Differenzen zwischen dem aktuellen ALKIS-Datenbestand (in Düsseldorf die Geobasisdaten des Katasters, inklusive der charakteristischen Topographie und der gesamten kommunalen Topographie) und den Fachinformationen mit Raumbezug sind für weitere Betrachtungen zu analysieren.

4 BEDARFSORIENTIERTE GEOMETRIEVERBESSERUNGEN

Der Katastergrundriss kann nicht isoliert betrachtet werden, da er von zahlreichen Fachämtern und Kunden aus der Wirtschaft als Referenz für die fachspezifischen Sachdaten herangezogen wird. Koordinatenveränderungen von an sich identischen Objekten führen im besten Fall zu unsauberen Kartenbildern (fehlender Linienschluss, Linienredundanzen) und schlimmstenfalls zu fehlerhaften Entscheidungen, wenn beispielsweise eine Baulast oder ein Betriebsmittel (Versorgungsleitung) geometrisch auf dem Nachbarflurstück interpretiert wird.

Eine Übertragung von Geometrieänderungen ist auch notwendig, um bei automatischen Prozessen von räumlichen Verschneidungen/Überlagerungen von Themen und Fragestellungen, Fehlanswertungen aufgrund nicht kongruenter Koordinatenidentitäten zu vermeiden. Daher ist es für alle Fachdatenbestände mit Katasterdatenreferenz wichtig, die Koordinatenverbesserungen des Katasters nachzuvollziehen, was im Folgenden als Geometrieverbesserung bezeichnet wird.

In Abhängigkeit davon, ob der Fachdatenbetreiber seinen Katasterhintergrund durch Komplettaustausch der Daten, durch Einpflegen von NBA-(Nutzerbezogene Bestandsdatenaktualisierung-)Daten oder durch Anbindung eines Kartendienstes (Web Map Service)

Fokus auf Produktivität ...

aktualisiert, sind in den Daten unterschiedlich detaillierte Informationen zu Art und Größenordnung der veränderten Geometrien enthalten, sodass für die Geometrieverbesserung der Fachdatenbestände nicht immer alle nachfolgend aufgeführten alternativen Ansätze möglich sind:

- a) Homogenisierung der Fachdaten mithilfe von spezieller Software, welche die komplette Homogenisierungsprozesskette auf den Fachdaten reproduziert.
- b) Transfer der Verschiebungsvektoren, die aus der Homogenisierung resultieren, auf den Fachdatenbestand.
- c) Transformation über lokale Transformationsgebiete.
- d) Manuelle Anpassung der Fachdatengeometrien an den veränderten Katastergrundriss.

Bei einer Kosten-Nutzen-Analyse ist die Frage zu beantworten, ob grundsätzlich eine „just in time“-Homogenisierung der Fachdatenbestände erforderlich ist. Eine projekt- und bedarfsorientierte Nachhomogenisierung, d.h. eine der Katasterhomogenisierung nachgelagerte Homogenisierung allein auf dem Fachdatenbestand, die über längere Zeitepochen ausgeführt wird, kann den Anforderungen entsprechen, da nicht alle Geofachdaten einer kontinuierlichen Geometrieverbesserung unterzogen werden müssen.

Aus den bisherigen Ausführungen lässt sich folgern, dass für die Übertragung von Koordinatenverbesserungen des Liegenschaftskatasters auf die Geofachdaten der Wunsch nach einem einfachen und kostengünstigen Verfahren besteht. Diese Aspekte sind gemeinsam vom Geodätischen Institut der RWTH Aachen (gia) und der Landeshauptstadt Düsseldorf in einer Machbarkeitsstudie untersucht worden. Die Überlegungen zur Nachhomogenisierung sollten dann in eine produktive, den täglichen Geschäftsprozessen integrierte Anwendung überführt werden.

Die bestimmenden Faktoren zur Entwicklung des Geschäftsprozesses „Nachhomogenisierung“ lauten:

- kostengünstig, keine wiederkehrenden Wartungskosten;
- Einbindung in bestehende Systeme/Geodateninfrastruktur;
- System- und Firmenunabhängigkeit;
- einfacher Workflow;
- Berücksichtigung individueller Zeitepochen für spezifische Projekte;
- Anwendung auf diverse Datenformate und Datenhaltungen;
- keine manuellen Eingriffe oder Ergänzungen.

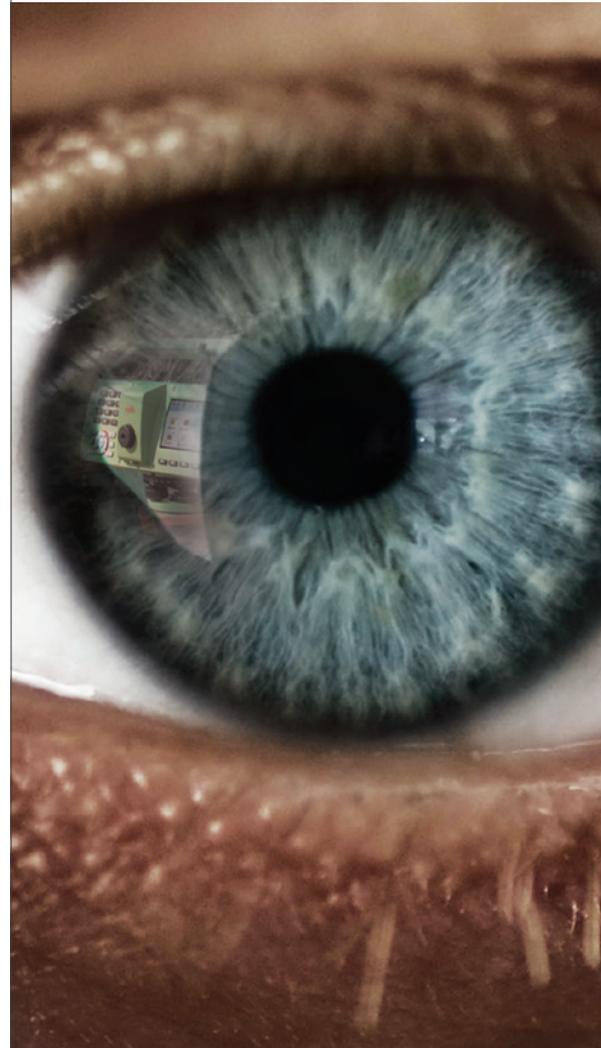
Die in Abschnitt 2 bereits erwähnte sogenannte Erst-Homogenisierung der gesamten Düsseldorfer ALKIS-Daten wurde vom gia erfolgreich vollzogen. Des Weiteren wurden vom gia bereits erste Analysen mit der Anwendung des Ntv2-Verfahrens zur Homogenisierung von Düsseldorfer Fachdaten durchgeführt (vgl. /Scholz 2012/), um zu analysieren, inwieweit aufwendige Homogenisierungen von Fachdaten durch einfachere Transformationsansätze ersetzt werden können.

5 MODELLIERUNG DES GESCHÄFTSPROZESSES NACHHOMOGENISIERUNG

In erster Linie diene der von der Geodetic Survey Division of Geomatics Canada entwickelte Ntv2-Ansatz zur Datumstransformation von Landeskoordinatensystemen. Das Ntv2-Verfahren (National Transformation, version 2) ist bekannt geworden als ein „passpunktfreier“ Transformationsansatz für die Überführung von Geodatenbeständen auf einen neuen Lagebezug, z.B. der Wechsel von DHDN (Gauß-Krüger) zu einer ETRS89/UTM-Abbildung. So stellte beispielsweise die Adv /Adv 2007/ das Programmsystem BeTA2007 vor, mit dem ATKIS-Datenbestände mit einem bundesweit einheitlichen Transformationsansatz auf ETRS89/UTM umgestellt werden können.

Die Vielfältigkeit der zu verarbeitenden Geodatenformate, wie GIS, CAD, Vektor, Raster, TXT und Datenbanken, müssen in dem Geschäftsprozess Nachhomogenisierung Berücksichtigung finden. Für die Benutzung des Ntv2-Verfahrens spricht, dass gängige am Markt verfügbare Softwareprodukte und -systeme, Datenbanken oder

Th. Scholz, U. Dankmeyer, J. Blankenbach – Untersuchungen zur Geometrieverbesserung von Geofachdaten mit dem Ntv2-Verfahren nach Aktualisierungen im Liegenschaftskataster



... die neuen Leica Digitalnivelliere!

Dem Innovationsführer und Erfinder der Digitalnivelliere - Leica Geosystems - ist es gelungen, neue Digitalnivelliere zu entwickeln, die Ihren Arbeitsablauf deutlich beschleunigen.

Möglich wird dies durch das Zusammenspiel der neuen Autofokus Funktionalität, der neuen großen Farb-Touch Anzeige, der hochwertigen Weitwinkel-Kamera und dem neuen Digitalkompass.

Leica Geosystems
Tel. 089/14 98 10 0
<http://facts.leica-geosystems.com/LS>

Leica
Geosystems

Software-Bibliotheken dieses Verfahren verarbeiten können oder bereits integriert haben.

Hier soll die Gitterinterpolation des NTV2-Verfahrens dazu benutzt werden, die Verschiebungsvektoren aus dem ALKIS-Homogenisierungsprozess auf die diversen Geofachdaten zur Erhaltung der Geometrie-Identität zu übertragen.

5.1 Technische Aspekte zum NTV2-Verfahren

Ein Lagebezugswechsel basiert in der Regel auf einem Passpunktfeld, aus dem die Transformationsparameter berechnet werden. Bei mehr als drei Passpunkten ergeben sich Restklaffen, die bei der Transformation zu berücksichtigen sind. Dies geschieht in der Regel durch einen ausgewählten Interpolationsansatz. Verwenden verschiedene Anwender unterschiedliche Interpolationsmethoden und variierende Passpunkte, so weichen die Transformationsergebnisse naturgemäß voneinander ab.

Das NTV2-Verfahren löst das Problem der Passpunktidentifizierung und der Restklaffenberechnung sehr elegant, indem für ein regelmäßiges Gitter die Verschiebungswerte (Shiftwerte) der Gitterschnittpunkte gespeichert werden. Die Gitterpunkte übernehmen damit quasi die Rolle der Passpunkte. Die Auswirkungen der Interpolationsmethode werden in den Shiftwerten fixiert, wodurch Einheitlichkeit bei der Verwendung garantiert ist.

Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens findet sich u. a. in /Government of Ontario IT Standards 2005/, /AdV 2007/ und /Ahrens & Böhmer 2010/.

Die Shiftwerte werden in geographischer Länge und Breite abgelegt. Damit erreicht das Verfahren ein Höchstmaß an Normierung,

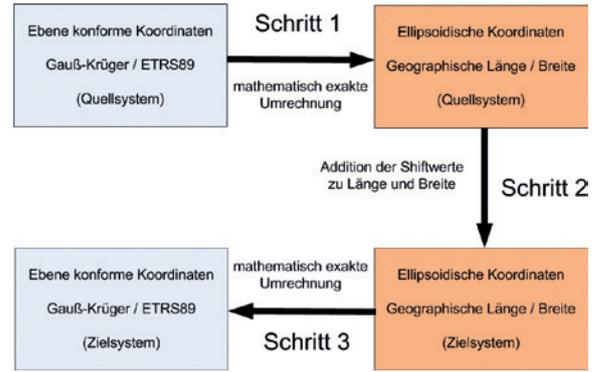


Abb. 1 | Umrechnungsschritte in der NTV2-Transformation

da alle geodätischen Koordinaten verlustfrei in geographische Koordinaten und zurück umgerechnet werden können. Somit besteht die Überführung eines beliebigen Punktes eines Quellkoordinatensystems (S_{CRS}) in ein Zielkoordinatensystem (Z_{CRS}) aus den Schritten (Abb. 1):

- Umrechnung der ebenen konformen Koordinaten (S_{CRS}) in geographisch-ellipsoidische Koordinaten;
- Addition der Shiftwerte auf die geographischen Koordinaten, wobei die Shiftwerte den gemeinsamen Anteil aus der Koordinatentransformation und den Restklaffen im zu transformierenden Punkt enthalten;
- Umrechnung der „geschifteten“ geographisch-ellipsoidischen Koordinaten in ebene konforme Koordinaten des Zielsystems (Z_{CRS}).

Das Verfahren schließt grundsätzlich nicht aus, dass S_{CRS} und Z_{CRS} identisch sind. So können also geometrische Veränderungen

```
<GV_Klaffen gml:id="DENW20AL0000G0Bb">
  <gml:identifizier codeSpace="http://www.adv-online.de/">urn:adv:oid:DENW20AL0000G0Bb</gml:identifizier>
  <lebenszeitintervall>
  <modellart>
  <anlass>300500</anlass>
  <position>
    <gml:MultiPoint gml:id="A4">
      <gml:pointMember>
        <gml:Point srsName="urn:adv:ors:ETRS89_UTM32" gml:id="A5">
          <gml:pos>339940.457 5677349.628</gml:pos>
        </gml:Point>
      </gml:pointMember>
      <gml:pointMember>
      <gml:pointMember>
      <gml:pointMember>
    </gml:MultiPoint>
  </position>
  <name>Klaffen 1</name>
  <beschreibung>Beschreibung 1</ibr:beschreibung>
  <verschiebung>
    <koordinaten>
      <gml:Point gml:id="BU">
        <gml:pos srsName="urn:adv:ors:ETRS89_UTM32">339940.458 5677349.628 0.000</gml:pos>
      </gml:Point>
    </koordinaten>
    <stuetzpunkt>false</stuetzpunkt>
  </verschiebung>
  <verschiebung>
  <verschiebung>
</GV_Klaffen>
```

Abb. 2 | XML-Struktur der Objektart GV_Klaffen

gen innerhalb eines Datenbestands auf andere Datenbestände übertragen werden, ohne dass die beiden Datenbestände „identische“ Geometrien aufweisen müssen. Dieser entscheidende Umstand führte konsequenterweise zu der Idee, das NTV2-Verfahren als Homogenisierungsvehikel zu verwenden. Der erste Schritt besteht darin, die Shiftwertdatei aus den Geometrieveränderungen des Katasterbestands abzuleiten. Die Shiftwerte lassen sich für eine singuläre Homogenisierung unmittelbar im Homogenisierungsprozess berechnen. Da aber die meisten Fachdatenbestände nicht fortführungsfallbezogen aktualisiert und erst recht nicht homogenisiert werden, sind die Fortführungen im Liegenschaftskataster zu einem Zeitintervall zusammenzufassen (z.B. für ein Jahr). Dazu ist es erforderlich, die Ergebnisse der Katasterfortführungen zu speichern. Bei der Landeshauptstadt Düsseldorf stehen die geometrischen Veränderungen in Form von zwei Objektarten für die gewünschte Ableitung zur Verfügung.

5.2 Verschiebungsinformationen aus dem ALKIS-Modell

Vor der Einführung von ALKIS wurden teilweise den Betreibern von Sekundärnachweisen und von Fachdatenbeständen mit Katasterbezug Dateien mit Vektorfeldern bereitgestellt. Für jeden veränderten Punkt des Katasters waren seine Lage und die beiden Verschiebungswerte in den Koordinatenachsen aufgeführt. Aus diesem unregelmäßigen Vektorfeld wurden über Interpolationsverfahren die Verschiebeträge für die Geometrien der Fachdaten ermittelt.

Im ALKIS-Modell hat man zunächst auf die Einführung solcher Verschiebungsinformationen verzichtet. Allerdings wurde vom Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG) auf Basis des ALKIS-Schemas eine Erweiterung vorgeschlagen, mit der Homogenisierungsergebnisse ALKIS-konform gespeichert werden können. Das Vermessungs- und Katasteramt der Landeshauptstadt Düsseldorf setzt diese Modellerweiterung ein. Sie soll hier kurz erläutert werden. Die Erweiterung besteht aus zwei Objektarten, „GV_Homogenisierungsgebiet“ und „GV_Klaffen“. Das Kürzel „GV“ steht für Geometrieverbesserung.

„GV_Homogenisierungsgebiet“ bezeichnet das Gebiet, auf das sich das Homogenisierungsergebnis bezieht. Das Objekt speichert die geometrische Ausdehnung des Homogenisierungsverfahrens und die durchgeführten Verfahrensschritte. „GV_Klaffen“ bezeichnet die Verschiebungsvektoren in der Form, dass zunächst alle Positionen der Ausgangskordinaten und anschließend die Positionen der Endkoordinaten mit dem Hinweis auf Verwendung als Stützpunkt übergeben werden. Abb. 2 zeigt beispielhaft die XML-Struktur der Objektart „GV_Klaffen“. Die Verschiebung ist in dem Sinne kein Koordinatenvektor, sondern die Endposition nach der Verschiebung.

Das Objekt „GV_Homogenisierungsgebiet“ speichert im Attribut „datum“ den Zeitpunkt der Homogenisierung. Für eine chronologische Einordnung kann alternativ das Lebenszeitintervall des ALKIS-Objekts verwendet werden.

Die Landeshauptstadt Düsseldorf führt die Datei der „Geometrischen Verbesserungen“ seit der Einführung von ALKIS im Bezugssystem ETRS89_UTM32, d.h. seit dem Datum der Ersteinrichtung lassen sich alle Fortführungen und Homogenisierungen in ihrer räumlichen und quantitativen Auswirkung nachvollziehen. Die Datei enthält die Angaben in Form eines ALKIS-Bestandsdatenauszugs (XML-Format), aus der ein XML-Parser leicht die Klaffen der Homogenisierungsgebiete extrahieren kann. Somit ist es möglich, die ALKIS-Verschiebungen in einem räumlichen Bereich für ein gewünschtes Zeitintervall darzustellen. Abb. 3 visualisiert die Homogenisierungsgebiete für das Jahr 2014, in Grün sind die veränderten Punktorte dargestellt.

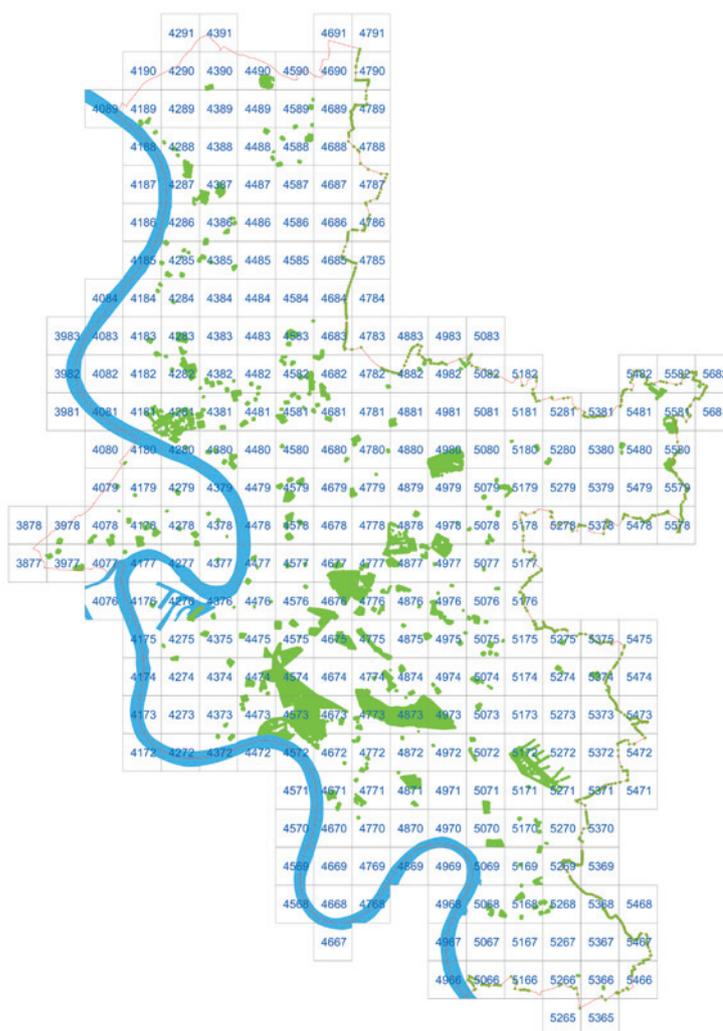


Abb. 3 | Grafische Darstellung von „GV_Homogenisierungsgebiet“ und „GV_Klaffen“ für das Stadtgebiet Düsseldorf im Jahr 2014

5.3 Generierung der Shiftwertdatei zur Übertragung von Verschiebungsinformationen

Das NTV2-Verfahren benötigt Shiftwertdateien, die vom Primärdatenhalter zu erstellen sind. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, diese bedarfsorientiert für eine räumliche und zeitliche Begrenzung zu berechnen. Alternativ ist es aber auch denkbar, die Shiftwerte quartals- oder jahrgangweise auf Vorrat anzufertigen. Im durchgeführten Projekt wurden verschiedene Varianten der Dateigenerierung genutzt.

Im Rahmen der Erst-Homogenisierung der Düsseldorfer Daten erfolgte eine optionale Erweiterung der Homogenisierungssoftware KATHOM /Kampshoff 2005/, /Kampshoff & Benning 2005/ dahin gehend, dass aus den Homogenisierungsergebnissen neben den homogenisierten Koordinaten auch eine Gitterwertdatei mit den Shiftwerten für das Homogenisierungsgebiet abgeleitet wird. Eine solche Gitterdatei kann wahlweise eine ASCII-Datei im Format *.gsa oder eine Binärdatei im Format *.gsb sein. Dieses Verfahren wurde in /Scholz 2012/ erstmalig beschrieben, um die Ergebnisse der Homogenisierung mit denen einer NTV2-Transformation zu vergleichen.

Eine zweite Variante besteht darin, die Shiftwerte aus der Differenz der fortgeführten/homogenisierten und den ursprünglichen Punktkoordinaten zu bestimmen, und zwar zu einem beliebigen Zeitpunkt nach der Homogenisierung. In einem ALKIS-Umfeld würde man von der Differenz der Positionen des „AX_Punktorts“ sprechen. Da das Punktfeld für das Düsseldorfer Stadtgebiet sehr dicht ist, kann das Verfahren größtenteils ohne Extrapolationen angewendet werden. Die Anzahl der Punkte, ihre Verteilung und die Homogenität ihrer Verschiebungen bestimmen die Gitterweite. Neben der Gitterweite bedarf es einer Entscheidung über das Interpolationsverfahren zur Berechnung der Shiftwerte in Gittermaschen, in denen keine Sollpunkte (Passpunkte) der Homogenisierung liegen.

In der dritten Variante erfolgt eine Auswertung der in Düsseldorf vorliegenden GV_Klaffen-Datei. Hierbei ergeben sich die Shiftwerte nicht aus den Differenzen der ALKIS-Punktorte, sondern aus den Koordinaten der „GV_Klaffen“. Abb. 4 zeigt einen Screenshot der entwickelten Softwarekomponente, die für beliebige Rechteckbereiche des Stadtgebiets zu einem gewünschten Zeitintervall die Verschiebungen extrahiert und in Shiftwerte umrechnet.

Sollten in dem gewählten Zeitraum mehrere Fortführun-

gen im Primärdatenbestand, hier dem ALKIS-System, vorliegen, sind die Verschiebungen vektoriell aufzuaddieren. Ob derselbe Punkt im Kataster ein weiteres Mal eine Veränderung erfahren hat, oder ein zusätzlicher Punkt im Kataster erstmalig verschoben wurde, ist aus den Daten nicht herauszulesen. Es wird davon ausgegangen, dass die Endkoordinate der Fortführung F_n gleich der Startkoordinate der Fortführung F_{n+1} ist.

Die NTV2-Shiftwertdatei löst den unregelmäßigen Punkthaufen in ein Raster mit regelmäßigem Punktabstand auf. An den Gitterkoordinaten, die in Abb. 5 mit einem braunen Punkt dargestellt sind, entstehen die Shiftwerte durch Interpolation. Dabei ist ein Algorithmus zu verwenden, der insbesondere die unmittelbar benachbarten Punktverschiebungen berücksichtigt. Eine nicht gewichtete Mittelung aller verfügbaren Werte ergibt regelmäßig zu kleine Verschiebungen im Gitterpunkt. Eine gewichtete Mittelung mit den nächstgelegenen Punkten liefert bereits gute Werte, wobei die Gewichtung über einen quadratisch-streckenabhängigen oder einen ähnlich gradierten Ansatz zu den besten Ergebnissen führt. In Abb. 5

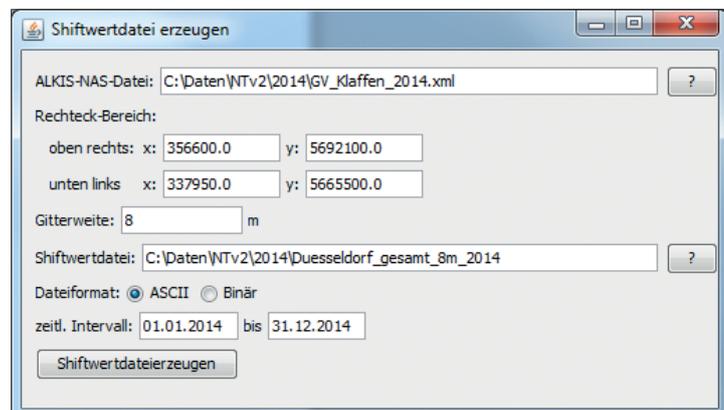


Abb. 4 | Eingabemaske der Software zur Shiftwertdatei-Erzeugung

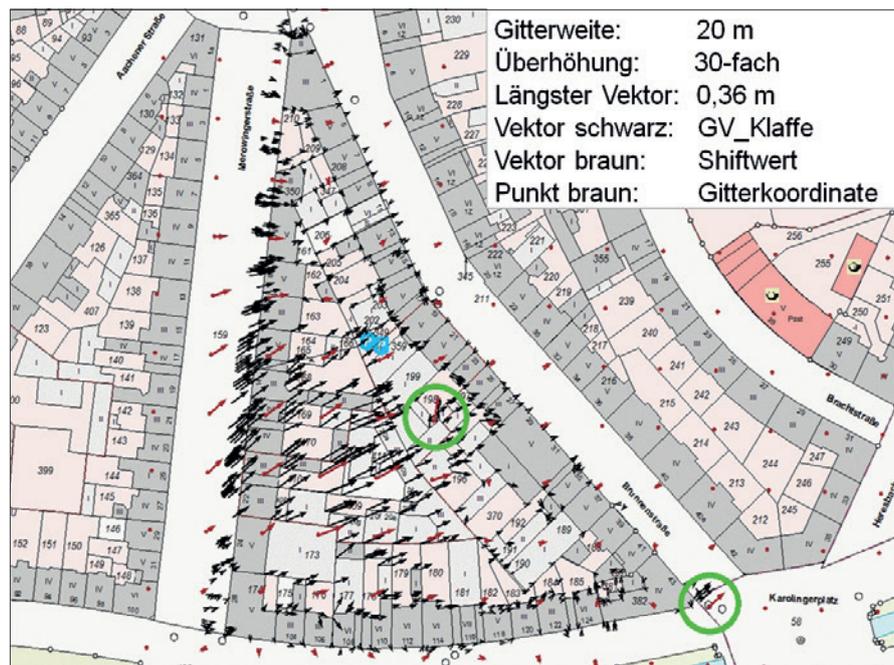


Abb. 5 | Gegenüberstellung von „GV_Klaffen“ und Shiftwerten der NTV2-Shiftwertdatei

wurden die Verschiebungen einer Homogenisierung mit schwarzen Vektoren dargestellt. Die aus der Katasterhomogenisierung gleichzeitig generierte NTV2-Datei hat eine Gitterweite von 20 m. Die an den Gittereckpunkten gespeicherten Shiftwerte werden in der Abbildung durch einen braunen Vektor repräsentiert.

Bei der Gegenüberstellung der „GV-Klaffen“ und den Shiftwerten fallen folgende Aspekte auf:

- Die Anzahl der Punkte mit Verschiebeinformation nimmt ab.
- Qualitativ repräsentieren die Shiftwerte gut das Vektorfeld.
- In Einzelfällen enthalten einzelne Gitter eine Trendumkehr, die von den Gitterendpunkten nicht erfasst wird (grüne Markierungen in Abb. 5).
- Einzelne Punkte mit Trendumkehr können in der Shiftwertdatei nicht gespeichert werden.

Wird die entstehende Shiftwertdatei auf einen Datenbestand angewendet, ermittelt die NTV2-Transformation für jede Punktgeometrie bzw. für jeden Stützpunkt einer Linie oder einer Fläche einen Koordinatenzuschlag durch bilineare Interpolation innerhalb der Gittermasche, in die der Punkt fällt. Der NTV2-Ansatz geht davon aus, dass Shiftwerte innerhalb des Gitterrechtecks ausreichend genau durch lineare Interpolation berechnet werden können. Inwieweit diese Annahme für Katasterfortführungen gerechtfertigt ist, wird im Abschnitt 6.2 noch diskutiert.

6 ERGEBNISSE MIT DEM NTV2-ANSATZ

Wir unterscheiden bei der Ergebnisanalyse zwischen der stadtweiten Erst-Homogenisierung nach dem Lagebezugswechsel und den Geometrieverbesserungen aufgrund von Fortführungen mit anschließender Homogenisierung im Düsseldorfer ALKIS-Datenbestand. Abb. 6 verdeutlicht anhand einer Zeitachse beispielhaft die einzelnen Intervalle mit den entsprechenden Homogenisierungs- und Geometrieverbesserungsstufen. Für jedes Jahr existiert eine NTV2-Datei.

Die vielfältigen kommunalen Fachdaten werden getrennt vom ALKIS-Datenbestand geführt. Damit die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Fachdaten und den dynamischen Katasterdaten aber erhalten bleiben, müssen die Fachdaten die in Abb. 6 dargestellten Schritte der Koordinatenverbesserung sequenziell durchlaufen.

Für eine sachgerechte Anwendung dieser Vorgehensweise ist allerdings von eminenter Bedeutung, dass die Aktualisierung von Fachdaten zeitlich attribuiert ist, damit eine entsprechende Zuordnung der Geometrieinformationen zum Homogenisierungsintervall erfolgen kann.

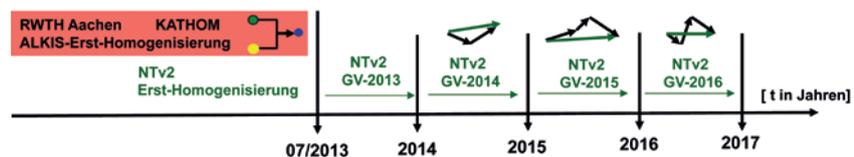


Abb. 6 | Intervalle für die Fachdatenverbesserung

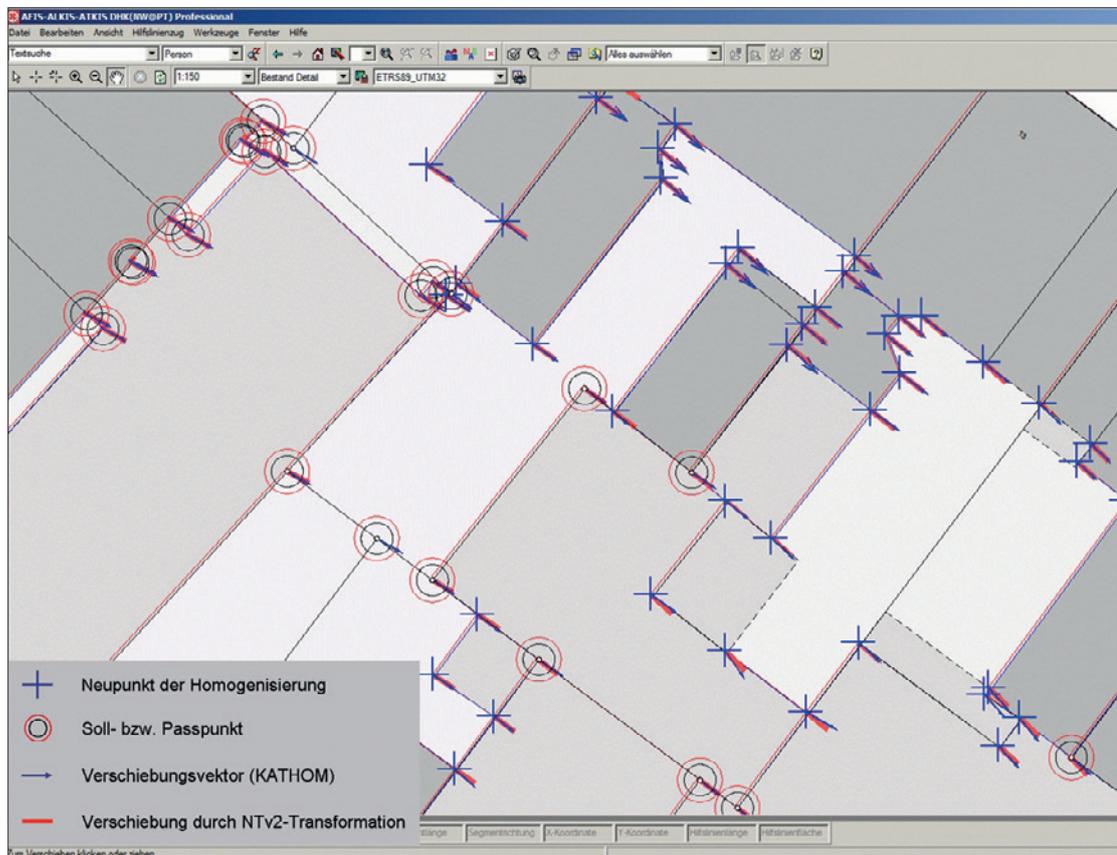


Abb. 7 | Vergleich der KATHOM-Ergebnisse mit dem NTV2-Verfahren

6.1 ALKIS-Einführung und Erst-Homogenisierung

Bei der Erst-Homogenisierung der Düsseldorfer ALKIS-Daten bildeten alle Grenz- und Gebäudepunkte mit Koordinaten in der Punktdatei die Sollpunkte der Homogenisierung. Die Punktidentitäten wurden über das Punktkennzeichen sichergestellt. Die Standardabweichung der grafischen Koordinaten a posteriori wurde im Homogenisierungsprozess von KATHOM zu 0,25 m ermittelt.

Zur Ableitung von Genauigkeitsaussagen wiederholte das Geodätische Institut für unterschiedliche räumliche Ausdehnungen die Homogenisierung, wobei gleichzeitig eine Shiftwertdatei für das jeweilige Homogenisierungsgebiet entstand. Mit dieser Datei wurde der originäre Gebäudebestand inklusive der Objekte der Objektart „AX_PunktortAG“ transformiert. Der Vergleich der NTV2-transformierten Geometrien mit den homogenisierten Geometrien lieferte qualitative und quantitative Aussagen zur Güte des Verfahrens. Die Ergebnisse der Tests finden sich in /Scholz 2012/ und werden im Folgenden zusammenfassend aufgeführt.

Für einen homogenen Bereich ergaben sich übereinstimmende Ergebnisse. *Abb. 7* zeigt die Homogenisierungsergebnisse in Form von blauen Verschiebungsvektoren. Die roten Balken zeigen die Verschiebung der NTV2-Transformation an. Sowohl die Beträge als auch die Richtungen zeigen eine gute Übereinstimmung. Die Homogenisierung wurde in diesem Fall ohne geometrische Restriktionen gerechnet.

Erwartungsgemäß verlieren die Verfahren an Übereinstimmung in weniger homogenen Gebieten und insbesondere mit der Einführung von geometrischen Restriktionen. Aus *Abb. 8* ist zu entnehmen, wie die geometrischen Bedingungen zu lokal wirkenden Störungen des Transformationstrends führen. Die Rechtwinkel- und Geradlinig-

keitsbedingungen entlang der Gebäudeseiten bewirken in der Mitte der Abbildung deutliche Verschiebungen der Gebäudeeckpunkte nach Norden, deren Betrag weit über die benachbarten Verschiebungen hinausgehen.

Die NTV2-Transformation glättet innerhalb einer Gittermasche aufgrund der bilinearen Interpolation die Verschiebungen. Einzelne Punkte mit singulär auftretenden Verschiebungsvektoren finden keinen Eingang in die Shiftwerte der Gitterdatei und bleiben demzufolge in der Transformation unberücksichtigt. Allerdings sieht der NTV2-Ansatz auch keine Berücksichtigung von geometrischen Restriktionen vor.

Zur Quantifizierung der Ergebnisse wurden Shiftwertdateien mit unterschiedlichen Gitterweiten berechnet und den Homogenisierungen, einschließlich geometrischer Restriktionen, numerisch gegenübergestellt. Neben der Bestimmung eines Genauigkeitsmaßes sollte damit auch eine „optimale“ Gitterweite abgeleitet werden. In *Tab. 1* sind die Untersuchungen zusammengestellt und präsentieren die durchschnittliche und maximale Abweichung zwischen homogenisierter und NTV2-transformierter Gebäudegeometrie bei verschiedenen Gitterweiten.

Gitterweite	Durchschnittliche Abweichung	Maximale Abweichung
17,5 m	0,039 m	0,43 m
10,0 m	0,030 m	0,36 m
4,0 m	0,030 m	0,36 m

Tab. 1 | Gitterweite und Abweichungen zwischen homogenisierter und NTV2-transformierter Gebäudegeometrie

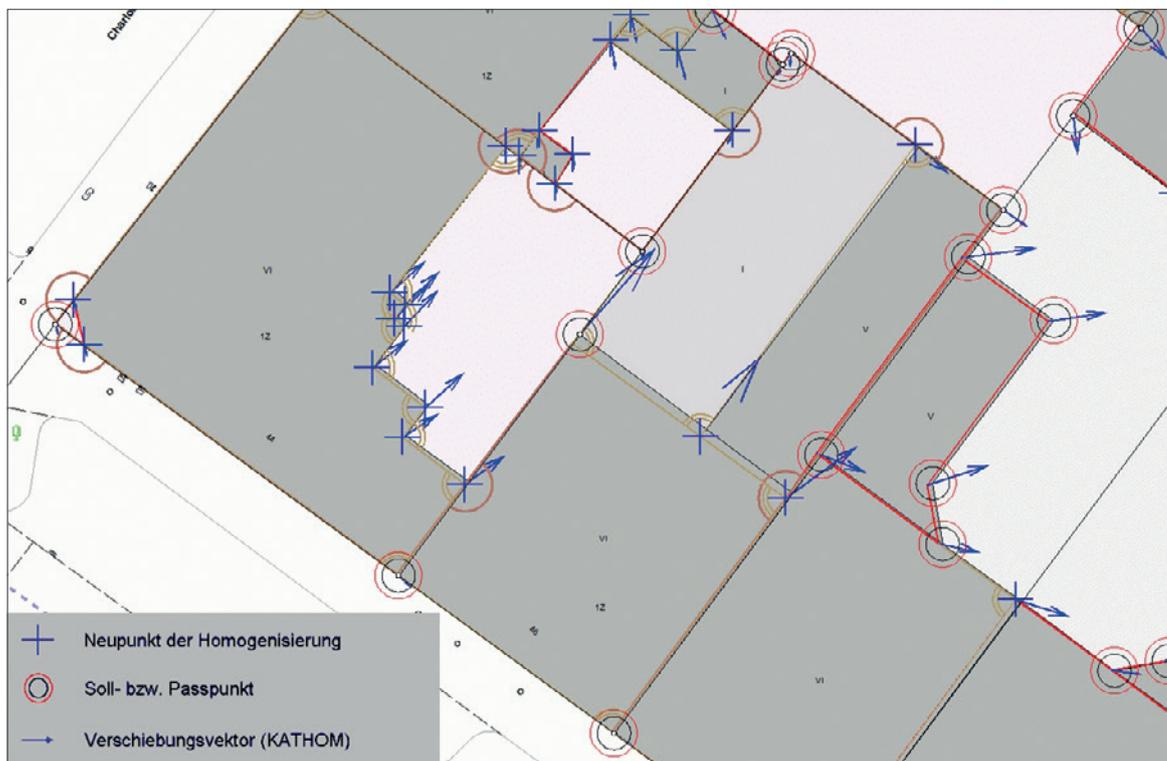
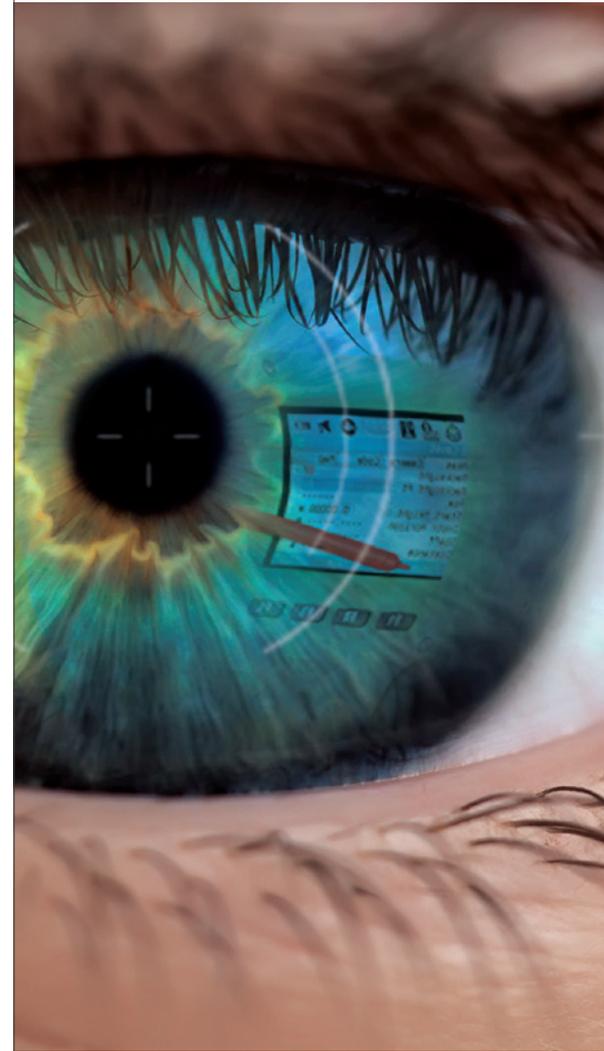


Abb. 8 | Vergleich der KATHOM-Ergebnisse mit dem NTV2-Verfahren

Fokus auf Präzision ...



... die neuen Leica Digitalnivelliere!

Automatisierte Funktionen und eine branchenführende Genauigkeit von 0,2 mm mit Standard Invar-Nivellierlatten liefern höchste Präzision.

Mit nur einem Tastendruck werden vor jeder Messung automatisierte Neigungsprüfungen durchgeführt. Dank dem integrierten Autofokus wird nicht nur Ihr Ziel schneller erfasst, sondern auch die Messgenauigkeit erhöht, indem der Kontrast der Latte maximiert wird.

Leica
Geosystems

Leica Geosystems
Tel. 089/14 98 10 0
<http://facts.leica-geosystems.com/LS>



Abb. 9 | Einsteigeschächte mit Koordinatenverschiebungen in den Jahren 2013, 2014 und 2015

Gegenüber der A-posteriori-Standardabweichung der eingeführten Startkoordinaten von 0,25 m ist eine durchschnittliche Abweichung der Punktlagen von 0,03 m bei entsprechend enger Gitterweite ein gutes Ergebnis. Die über zehnfach höheren Maximalabweichungen zeigen jedoch auch die Grenzen des Verfahrens auf.

6.2 Datenfortführungen im Liegenschaftskataster

Für ausgewählte Homogenisierungsgebiete wurden die NTV2-Transformationen auf verschiedene Objektarten angewendet. Objekte eines Sekundärdatenbestands, die einen Aktualitätsstand vor der Fortführung des Liegenschaftskatasters hatten, wurden einer NTV2-Transformation unterzogen und sodann die transformierten Koordinaten mit denen des fortgeführten und homogenisierten ALKIS-Datenbestands verglichen. In diesem Fall wurden punktförmige Objekte der kommunalen Topographie (Einsteigeschächte) verwendet. Solche Objekte kennen regelmäßig keine geometrischen Restriktionen und sind auch nicht topologisch mit linearen Geometrien verbunden, wie Einlaufschächte am Bordstein. Insofern sind sie gut zur Überprüfung geeignet, zu welchen Anteilen die Fortführungsvektoren durch die Shiftwertdatei übertragen werden.

Mit der in Abschnitt 5.3 beschriebenen Softwarekomponente erstellte die Landeshauptstadt Düsseldorf aus den Verschiebungsvektoren der Objektarten „GV_Homogenisierungsgebiet“ und „GV_Klaffen“ jahrgangsweise binäre Shiftwertdateien für das gesamte Stadtgebiet. Unter Berücksichtigung einiger numerischer Aspekte wurde eine Gitterweite von 25 m (für die Erst-Homogenisierung) gewählt. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die Datenmenge bei einer Gitterweitenreduzierung quadratisch ansteigt. Eine kleine Gitterweite produziert tendenziell mehr Shiftwerte mit einem Betrag von null, da nur dort Shift-

werte ungleich null für die Gittermascheneckpunkte entstehen, wo die Masche in ein Fortführungsgebiet fällt, welches eine flächenhafte Ausgleichung oder Homogenisierung erfahren hat.

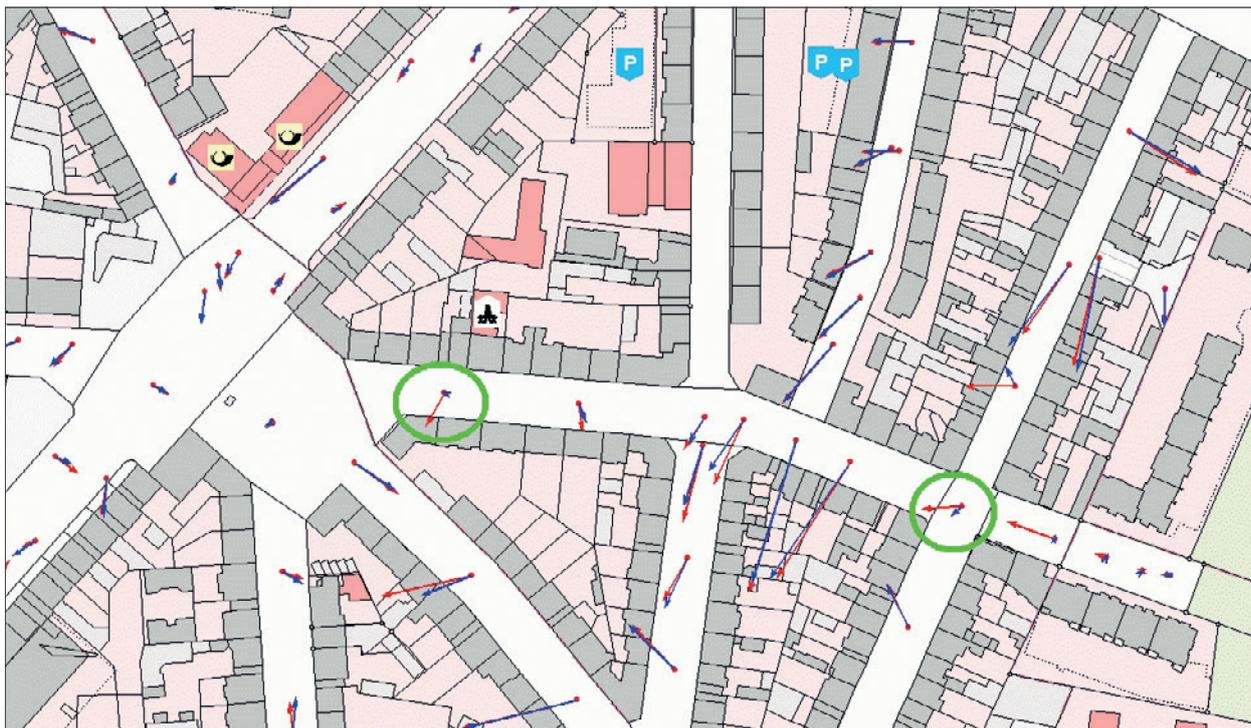


Abb. 10 | Vergleich der Verschiebungen im ALKIS-Bestand (blau) mit den Verschiebungen durch die NTV2-Transformation (rote Vektoren), 100-fache Überhöhung

Ausgangspunkt der folgenden Untersuchung sind die Koordinaten der punktförmigen Kanalschächte des Düsseldorfer ALKIS-Bestands nach der Ersthomogenisierung für alle ALKIS-Objekte im Juli 2013 (AX_BauwerkOderAnlageFuerIndustrieUndGewerbe, Bauwerksfunktion: 1390 – Einsteigeschacht).

Für das Restjahr 2013 sowie die beiden Folgejahre 2014 und 2015 stand jeweils eine Shiftwertdatei zur Verfügung. Sämtliche Koordinaten der Einsteigeschächte wurden den drei NTV2-Transformationen (Zeitintervall 2013, 2014 und 2015) unterzogen. Die daraus resultierenden Koordinaten sollten im Idealfall mit der tatsächlichen Position des Schachts zum Stichtag 1. 1. 2016 übereinstimmen. Zur Überprüfung wurde ein ALKIS-Bestandsdatenauszug zu dem oben genannten Datum erzeugt und mit den NTV2-transformierten Koordinaten verglichen. Für eine aussagekräftige Berechnung der Abweichungen bleiben die nicht fortgeführten Bereiche unberücksichtigt. Daher gingen in die statistischen Berechnungen nur Objekte mit einer tatsächlichen Verschiebung ein. Von den insgesamt 51 317 gültigen Einsteigeschächten über alle Epochen lagen 70 im Restjahr 2013, 5 421 im Jahr 2014 und 3 830 im Jahr 2015 innerhalb eines Homogenisierungsgebiets und veränderten auch tatsächlich ihre Lage.

Der resultierende Verschiebungsbetrag aus den drei Jahren betrug im Durchschnitt 0,11 m auf. Bei den drei NTV2-Transformationen verschoben sich die Punkte im Durchschnitt um 0,10 m. Der entscheidende Wert ist allerdings der Differenzvektor zwischen der aktuell fortgeführten ALKIS-Position und der NTV2-transformierte Lage. Im Durchschnitt weichen die Koordinaten um einen Betrag von 0,04 m voneinander ab. Der Wert bestätigt die Untersuchungen an Hand der Gebäudeobjekte im Abschnitt 6.1. Grob gerechnet kann man davon ausgehen, dass zwei Drittel der Verschiebung übernommen werden.

Kenngrößen für Einsteigeschächte in den Zeitepochen: 2013 bis 2015

Gitterweite	8,00 m
Durchschnittliche Verschiebung im ALKIS-Bestand	0,11 m
Durchschnittliche Verschiebung durch NTV2-Transformationen	0,10 m
Durchschnittliche Abweichung: fortgeführte ALKIS-Position minus NTV2-transformierte Position	0,04 m

Tab. 2 | Vergleich der Verschiebungen im ALKIS-Bestand und durch NTV2-Transformationen

Aus der Visualisierung ergibt sich rein optisch sogar ein noch positiveres Bild. Fallen Unstetigkeiten in eine Gittermasche, können sie nicht durch die Gittereckpunkte reproduziert werden. Dadurch kommt es zu einzelnen „Ausreißern“, während die Mehrzahl der Verschiebungen in der NTV2-Transformation gut übertragen wird. In Abb. 10 sind die ALKIS-Verschiebungen mit blauen Vektoren und die Summe der drei NTV2-Verschiebungen mit roten Vektoren in einer 100-fachen Überhöhung dargestellt. Einige der „Ausreißer“ sind mit einem grünen Kreis markiert. Die Abbildung zeigt auch, dass bei entsprechender Gitterweite auch stark wechselnde Vektorbilder zu einem guten Ergebnis führen.

In den meisten Fällen unterlagen die Homogenisierungsgebiete nur einer einzigen Fortführung. Die ALKIS-Objekte erfahren nur in einer Jahresdatei eine koordinatenmäßige Veränderung. In einigen wenigen Fällen konnte untersucht werden, ob auch fortgesetzte Fortführungen mit dem NTV2-Verfahren auf Fachdatenbestände zu transferieren sind. Abb. 11 zeigt ein Beispiel, bei dem in den Jahren 2014 und 2015 für einige Bereiche tatsächlich nennenswerte Verschiebungen auftraten.

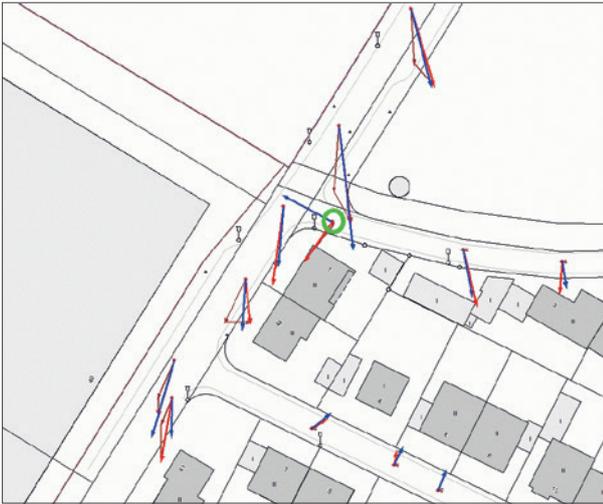


Abb. 11 | Beispiel einer multiplen Fortführung in zwei Jahresepochen

Entlang der Hauptstraße in Nord-Süd-Richtung variierten die Koordinaten sowohl in 2014 als auch in 2015. Die beiden Jahresverschiebungen aus den NTV2-Transformationen sind jeweils mit einem braunen Vektor dargestellt. Addiert ergibt sich der rote Vektor. Die tatsächliche Verschiebung im ALKIS-Datenbestand ist wie in den vorherigen Beispielen blau dargestellt. Bei dem Beispiel in *Abb. 11* handelt es sich um einen der Fälle mit den größten Verschiebungsbeträgen. Daher sind hier die Vektoren mit einer nur 25-fachen Überhöhung gezeichnet.

Auch in diesem Extrembeispiel fallen die Verschiebungsvektoren optisch erneut recht gut zusammen, sowohl in Richtung als auch im Betrag. Einzelne Ausreißer fallen jedoch auch in diesem Beispiel auf. So findet sich ein Einsteigeschacht (in der *Abb. 11* grün eingekreist), der singular eine neue ALKIS-Koordinate erhalten hat, die in Richtung Nordwesten verschoben ist, während der NTV2-Vektor ähnlich den übrigen NTV2-Vektoren nach Südwest zeigt. Solche Effekte können auftreten, wenn Einzelobjekte in einem Fortführungsprozess verändert werden, die Koordinatenverschiebung aber in keinem Homogenisierungsgebiet dokumentiert wird.

6.3 Die Eingliederung des Geschäftsprozesses Nachhomogenisierung

Wie bereits ausgeführt, liegen die NTV2-Dateien zur Geometrieverbesserung der Fachdatenbestände flächendeckend für das Düsseldorfer Stadtgebiet vor. Viele Softwareprodukte, GI-Systeme und Datenhaltungen verfügen über einen integrierten NTV2-Ansatz. Der Anwender muss lediglich angeben, wo die Shiftwertdatei proprietär in das System einzubinden ist.

In der Regel gehen die Systeme, die einen NTV2-Ansatz bedienen, davon aus, dass es sich um einen Datumsübergang handelt, d.h. die Deklaration des Transformationswegs setzt voraus, dass die angesprochenen Quell- und Zielkoordinatensysteme nicht identisch sein dürfen. Mit dem Spatial-ETL-Werkzeug FME (Feature Manipulation Engine; Firma Safe Software) als leistungsfähiges Tool für raumbezogene Datenoperationen lässt sich die beschriebene Problematik durch spezifische Zuweisungen elegant lösen.

Die Landeshauptstadt Düsseldorf hat einen FME-gesteuerten Geschäftsprozess für die turnusmäßige, projekt- oder anlassbezogene Nachhomogenisierung von Fachdaten zur Geometrieverbesserung erstellt /con terra GmbH 2015/. Eine zentrale Forderung für den Geschäftsprozess Nachhomogenisierung ist die Anwendung auf diverse Datenformate und Datenhaltungen, die mit dem FME-Einsatz erfüllt wird.

Abb. 12 zeigt den FME-Kernprozess. Im linken Teil der Grafik sind beispielhaft diverse Datenstrukturen (GIS, CAD, ASCII, Raster, Datenbank) abgebildet. Der sogenannte CsmapReprojektor wird als Transformer bezeichnet und in dem aufgeklappten Kommentarfeld sind die erforderlichen Deklarationen aufgelistet /con terra GmbH 2012/. Unter den vereinbarten Quell- und Zielkoordinatensystem ist der Begriff „Transformation“ als individueller Datumsübergang von DHDN_3GK2 nach ETRS89_UTM32 definiert. Hinter diesen Eingabefeldern verbirgt sich das Verzeichnis für die NTV2-Shiftwertdateien. Diese Eintragskombination ermöglicht es, bei identischen CRS einen NTV2-Ansatz zu bedienen. Solche spezifischen Definitionen und Vereinbarungen sind ebenso für GI-, CAD- und Geodatenbanksysteme (z.B. Oracle) direkt möglich, ggf. mit mehr

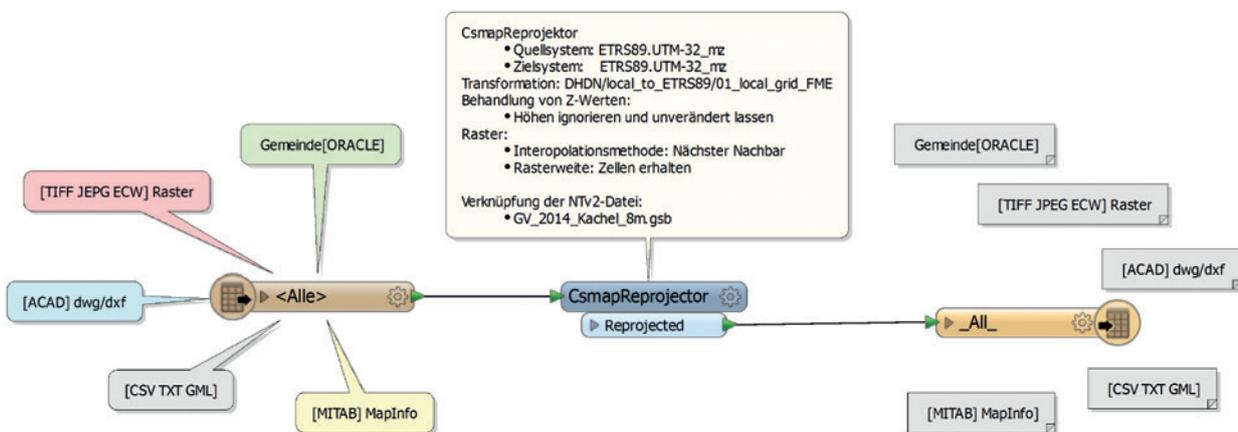


Abb. 12 | Kernprozess Nachhomogenisierung/Geometrieverbesserung mit der FME Workbench

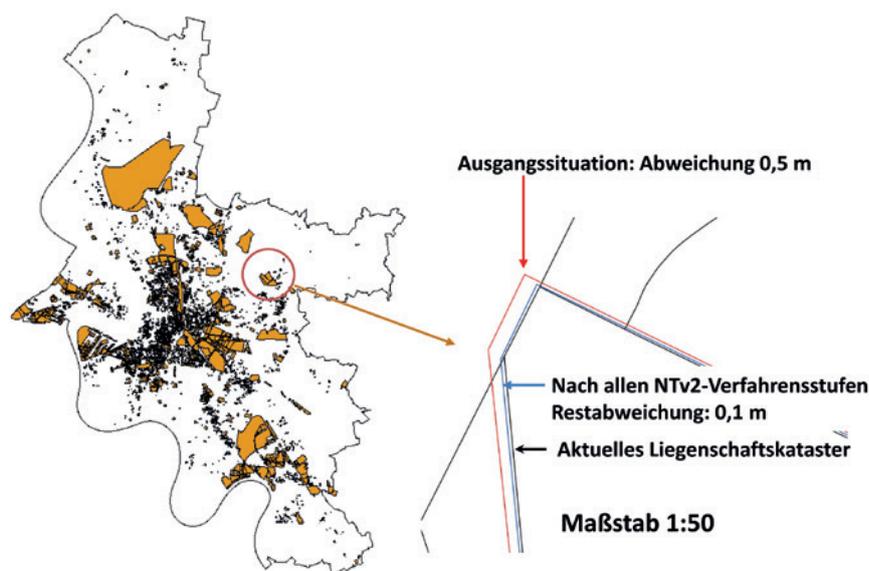


Abb. 13 | Vergleich der NTV2-Verfahrensstufen „Nachhomogenisierung“ mit dem aktuellen Liegenschaftskataster

oder weniger Aufwand (Definition des Ziel-CRS als geklontes Start-CRS über einen neuen Namen oder EPSG-Code). Ein sehr effizienter Einsatz der Geschäftsprozesssteuerung gelingt mit der Verwendung der FME als Desktop- oder Server-Technologie.

Der hier beschriebene Workflow „Nachhomogenisierung“ ist erstmalig aus aktuellem Anlass an flächenhaften Umweltdaten (Datenhaltung im GI-System MapInfo) produktiv getestet worden. Die Entstehung der Umweltdaten vollzog sich, als das Liegenschaftskataster noch im grafischen CRS geführt wurde und somit noch die geometrische Identität zum Liegenschaftskataster gegeben war. Mit der Einführung von ALKIS erfolgte die Fortführung dieser Daten mit einem Zeitstempel. Damit konnten die Stufen der Nachhomogenisierung, angefangen von der Erst-Homogenisierung über die Intervalle der Geometrieverbesserung entsprechend der zeitlichen Zuordnung, durchlaufen werden.

In Abb. 13 sind die flächenhaften Umweltdaten dargestellt. Der mit dem Kreis versehene Ausschnitt zeigt ein explizites Ergebnis aller Nachhomogenisierungsstufen. Der Ausschnitt zeigt sowohl die Ausgangssituation als auch die verbliebene Restdifferenz zu der aktuellen Sollsituation aus dem ALKIS-Bestand. Die Qualität der Verschiebung konnte allerdings nur dort verglichen werden, wo die Geometrien der Ausgangssituation kongruent zu den ALKIS-Objekten waren.

In Tab. 3 ist das Gesamtergebnis zusammengefasst. Bezüglich des Qualitätsmaßstabs konnten auch hier die bisher durchgeführten Analysen bestätigt werden, dass eine vollständige Verbesserung nicht möglich ist, aber das Abdriften der Fachdaten vom Liegenschaftskataster signifikant, um ca. 70 %, verringert wird.

7 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Landeshauptstadt Düsseldorf und das Geodätische Institut der RWTH Aachen haben in einer gemeinsam durchgeführten Machbarkeitsstudie den Einsatz des NTV2-Verfahrens zur Geometrieverbesserung von Sekundär- und Fachdatenbeständen nach Fortführungen im Liegenschaftskataster untersucht. Ziel ist es, den komplexen Prozess der Homogenisierung, der beim Anwender Expertenwissen voraussetzt, beim Sekundärdatenhalter durch ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zu ersetzen.

In der Studie wurden die technischen Aspekte beleuchtet, wie aus den fortgeführten Liegenschaftsdaten Gitterwertdateien für das NTV2-Verfahren zu berechnen sind, um sie anschließend auf die korrelierten Fachdatenbestände numerisch zu übertragen. Für die beiden Szenarien, dem „Flächenhaften Koordinatenaustausch von grafischen durch gerechnete Koordinaten“ und den „Lokalen Geometrieverbesserungen durch Fortführungen des Liegenschaftskatasters“, konnten numerisch Abweichungen für die Anwendung

Kenngrößen für Umweltdaten in den Zeitepochen	
<i>Erst-Homogenisierung:</i>	
Gitterweite Ersthomogenisierung	25,00 m
Durchschnittliche Verschiebung im ALKIS-Bestand nach Ersthomogenisierung	0,55 m
Durchschnittliche Verschiebung durch NTV2-Transformation	0,44 m
<i>Fortführungen 2013 bis einschließlich 2015:</i>	
Gitterweite für Fortführungen 2013 bis 2015	8,00 m
Durchschnittliche Verschiebung im ALKIS-Bestand 2013 bis 2015	0,15 m
Durchschnittliche Verschiebung durch NTV2-Transformation	0,11 m

Tab. 3 | Vergleich der Verschiebung durch das NTV2-Verfahren „Nachhomogenisierung“ mit dem aktuellen Liegenschaftskataster

des Shiftwertverfahrens bestimmt werden. Dazu wurden einige der im ALKIS-Bestand der Landeshauptstadt Düsseldorf vorliegenden Objekte der Stadttopographie und Gebäudedaten sowohl einer Homogenisierung mit dem Programm KATHOM unterzogen, als auch mit dem NTV2-Verfahren transformiert. Auch wurden nachhomogenisierte flächenhafte Umweltdaten, die von der ALKIS-Datenhaltung getrennt geführt werden, mit dem aktuellen Liegenschaftskataster verglichen.

Aus den Differenzen der unabhängig voneinander transformierten Datenbestände lässt sich ableiten, dass das NTV2-Verfahren durchaus geeignet ist, Veränderungen des Katasters als Geometrie-korrektur an externen Fachdaten anzubringen. Numerisch korreliert die erreichbare Genauigkeit mit der Homogenität der Restklaffen innerhalb eines Gitters der NTV2-Shiftwertdatei.

Durch Variation der Gitterweite lässt sich die Güte des Verfahrens steigern. Begrenzt ist die Güte durch die mittlere Restklaffenablage der in die Homogenisierung eingehenden Sollpunkte. Verschlechterungen ergeben sich durch singuläre Inhomogenitäten, wie sie z. B. durch Koordinatenkorrekturen an einzelnen Punkten oder durch den Einsatz von geometrischen Restriktionen entstehen.

Das NTV2-Verfahren kennt keine geometrischen Bedingungen, wie Geradheit oder Rechtwinkligkeit. Dennoch erreichte das NTV2-Verfahren mit den aus der Katasterfortführung abgeleiteten Shiftwertdateien eine Verringerung der Abweichungen von ca. 70%. Den numerischen Einbußen stehen aber insbesondere organisatorische und wirtschaftliche Vorteile gegenüber. Das NTV2-Verfahren ist Bestandteil vieler GIS und Datenmanagementsysteme und damit quasi systemunabhängig einzusetzen. Manuelle Eingriffe oder prozessbegleitende Kontrollen sind nicht erforderlich und es treten keine Behinderungen im laufenden Betrieb auf. Priorisiert man alleine die kostengünstige und unkomplizierte Verfahrensweise, rechtfertigt sich der Einsatz der vorgestellten Methode.

Durch die Standardisierung der Shiftwertdateien lassen sich beliebige räumliche und zeitliche Veränderungen berücksichtigen und auch langfristig im Datenbestand speichern. Die Aufgabe, die Shiftwertdatei zu erstellen, verbleibt in der Institution, die auch für die Datenfortführung verantwortlich ist, also in der Regel dort, wo auch das Expertenwissen bezüglich der Katasterfortführungen vorliegt.

LITERATUR

AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2007): Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS (BeTA2007). <http://www.adv-online.de> > Geotopographie > Transformation BeTA2007.

Ahrens, B.; Böhmer, K.-H. (2010): NTV2-Gitterdateien zur Überführung katasterbezogener Datenbestände ins ETRS89. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv), 135(2010)1, 16–20.

Benning, W.; Scholz, T. (2010): Zum Lagebezugswechsel ETRS89/UTM mittels Homogenisierung. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv), 135(2010)1, 10–15.

Bill, R. (2016): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. 6. Auflage. Wichmann, Berlin/Offenbach.

con terra GmbH (Hrsg.) (2012): Das FME Transformer ABC. Copyright der Originalausgabe 2012 der Safe Software Inc.

con terra GmbH (Hrsg.) (2015): FME Desktop. Das deutschsprachige Handbuch für Einsteiger und Anwender. Wichmann, Berlin/Offenbach.

Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (2012): Objektkatalog zum Fachschema „Geometrische Verbesserung“ Version 1.3.

Kampshoff, S. (2005): Integration heterogener raumbezogener Objekte aus fragmentierten Geodatenbeständen. Dissertation, Veröffentlichungen des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 62.

Kampshoff, S.; Benning, W. (2005): Homogenisierung von Massendaten im Kontext von Geodaten-Infrastrukturen. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv), 130(2005)3, 133–145.

Scholz, Th. (1992): Zur Kartenhomogenisierung mithilfe strenger Ausgleichsmethoden, Dissertation, Veröffentlichungen des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 47.

Scholz, Th. (2012): Zum Einsatz des NTV2-Verfahrens bei der Homogenisierung von Fachdatenbeständen. In: Blankenbach, J. (Hrsg.): Festschrift zur Emeritierung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Benning. Veröffentlichungen des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, 67, 117–128.

Dr.-Ing. Thomas Scholz

RWTH AACHEN UNIVERSITY
GEODÄTISCHES INSTITUT UND LEHRSTUHL FÜR
BAUINFORMATIK & GEOINFORMATIONSSYSTEME

Mies-van-der-Rohe-Str. 1 | 52074 Aachen
scholz@gia.rwth-aachen.de



Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Uwe Dankmeyer

LANDESHAUPTSTADT DÜSSELDORF
VERMESSUNGS- UND KATASTERAMT

Brinckmannstr. 5 | 40225 Düsseldorf
uwe.dankmeyer@duesseldorf.de



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach

RWTH AACHEN UNIVERSITY
GEODÄTISCHES INSTITUT UND LEHRSTUHL FÜR
BAUINFORMATIK & GEOINFORMATIONSSYSTEME

Mies-van-der-Rohe-Str. 1 | 52074 Aachen
blankenbach@gia.rwth-aachen.de

