

UTM-Umstellung des Liegenschaftskatasters im Projekt KanU

Abläufe zum Jahreswechsel 2018/19, Projekthintergründe und Arbeiten mit UTM in der Praxis eines großen bayerischen Amtes

Clemens Glock



Emil Fischer



Zum Jahresbeginn 2019 wurde in Bayern das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89) als amtliches Lagebezugssystem eingeführt. Gleichzeitig erfolgte die Überführung des Raumbezugs des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems ALKIS nach ETRS89/UTM. Dabei wurde in wenigen Tagen ein Umbau des bestehenden ALKIS-Produktivsystems beim Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) und den Ämtern für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (ÄDBV) auf eine UTM-Datenhaltung durchgeführt.

In diesem Artikel werden abschließend die Arbeiten für das Projekt KanU („Kataster nach UTM“) beleuchtet. Der Ablauf der UTM-Umstellung zum Jahreswechsel 2018/2019 wird aus Sicht des Projekts KanU beschrieben. Bei den seit 2011 durchgeführten Projektarbeiten werden wichtige Schritte dargestellt. Der Artikel wird mit einem Bericht aus der Praxis mit Erfahrungen bei den Arbeiten in UTM an einem großen bayerischen Amt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (Würzburg) abgeschlossen.

Die konkrete Aufgabe des Projekts zum UTM-Umstellungszeitpunkt 2018/2019 war es, die produktiven Verfahren für die Überführung der Objektbereiche aus ALKIS von GK nach UTM bereitzustellen. Die Überführung des Liegenschaftskatasters nach ETRS89/UTM wurde zeitlich in die UTM-Umstellung des ALKIS-Systems zum Jahreswechsel 2018/2019 eingebettet.

Für die Umformung und die gleichzeitige Homogenisierung des Liegenschaftskatasters wurde der Umformungsansatz Ortra entwickelt. Als weiteres Transformationsverfahren wurde das Verfahren Umformung durch Nachbarschaft aufgebaut.

In diesem Artikel wird auf eine Darstellung des konzeptionellen Aufbaus und den mathematischen Hintergründen der Ausgleichung des Ortra-Verfahrens verzichtet. Für diese Information soll auf den Artikel „Ein ausgeglichenes Bayern“ [Hampp & Glock 2017] und für eine wissenschaftliche Einordnung des Verfahrens auf die ZfV-Veröffentlichung [Glock et al. 2019] verwiesen werden.

Der Rückblick, der nun gut ein Jahr nach der Einführung des UTM-Systems beim Liegenschaftskataster möglich ist, soll zunächst darstellen, welchen Nutzen und welche Vorteile die Entwicklung des Ortra-Verfahrens für die UTM-Umstellung in Bayern und für seine Vorbereitung gebracht hat.

Nutzen und Vorteile des Ortra-Verfahrens

Ein großer Nutzen des Ortra-Verfahrens für die Anwendung der UTM-Umformung in Bayern sind seine guten Umformungseigenschaften bei Netzspannungen im Ausgangsnetz. Dies liegt an der linearen Verteilung der sich ergebenden Koordinatenwidersprüche zwischen GK und UTM selbst bei großen Netzspannungen. Dadurch bleibt die Nachbarschaftsgenauigkeit beim Übergang von GK nach UTM bestmöglich erhalten. Hierin besteht ein Unterschied des Ortra-Verfahrens zu anderen Umformungsverfahren, den klassischen Transformationsverfahren [siehe Hettwer & Benning 2000] und elastomechanisch arbeitenden Umformungsverfahren, die für den Gültigkeitsbereich der linearen Elastizitätstheorie aufgebaut sind und das lineare Hooke'sche Materialgesetz im funktionalen Modell verwenden. Diese Verfahren liefern gute Ergebnisse für die Minimierung von kleinen Netzspannungen. Zur Erreichung des linearen Gültigkeitsbereichs der Transformation sind umfangreiche Vorarbeiten beim Netz nötig, sodass der lineare Gültigkeitsbereich für die Transformation erreicht wird. Anschließend können dann verbleibende, kleinere Netzspannungen und daraus resultierende Koordinatenwidersprüche in die Fläche verteilt werden.

Der Nachweis der Übertragung der Nachbarschaftsgenauigkeit beim Ortra-Verfahren durch lineare Verteilung der Koordinatenwidersprüche wurde in [Glock et al. 2019] geführt.

In Bayern wurden in einer frühen Projektphase des Projekts KanU die ÄDBV angewiesen, aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Vermeidung von aufwendigen Nachfolgearbeiten, vor der Transformation nach UTM größere Koordinatenwidersprüche zu beseitigen.

Mit dieser Teilung der Arbeiten zwischen den ÄDBV und dem LDBV, welches schließlich das Homogenisierungsverfahren Ortra auf die Daten anwendete, kann das vorliegende Spektrum an Netzspannungen wirtschaftlich minimiert werden.

Durch Aufbau eines Netzansatzes mit eigenen Netzen für Flurstücke, Gebäude und Bauwerke erfolgt die lineare Übertragung der Nachbarschaftsgenauigkeit darüber hinaus von den Flurstücken in die nachgeordneten Netze der Gebäude und Bauwerke. Bei dem hierarchischen Ansatz können die neuen Grundrisse der Flurstücke in UTM nicht durch die in dem Objektbereich der Gebäude vorhandenen Netzspannungen beeinflusst werden.

Eine weitere Stärke des Ortra-Verfahrens für die Netzanalyse ist die automatisierte, spannungsarme Übertragung des GK-Grundrisses nach UTM. Damit könnte das Verfahren für andere Länder in Europa interessant werden, die nicht die UTM-Umstellung mit dem gleichen Aufwand wie Bayern umsetzen wollen, weil z. B. Gebäude eine andere Genauigkeitsstufe besitzen.

Die spannungsarme Übertragung baut eine unverzerrte Netzkonfiguration in UTM auf, die eine wichtige Basis für die weitere Netzanalyse ist. Dadurch werden grundlegende Informationen in Koordinatendifferenzen zu den identischen Punkten erhalten, die in einem weiteren Schritt als gegebene Restklaffungen im Anwendungsbereich der alternativen Transformationsverfahren verarbeitet werden können. Damit ist ein Weg zu einem weiteren Verfahren geöffnet, das die Transformation im linearelastischen Bereich durchführen kann. .

Für den Aufbau eines endgültigen Grundrisses aller transformierten Objekte müssen kleinere oder größere Restklaffungen unter dem Gebot der minimalen Grundrissverzerrung verteilt werden. In Bayern wurde nach Bestimmung der Restklaffungen kein gesondertes Transformationsverfahren durchgeführt. Für die Aufgabe, die unbekannt Form der Grundrisse der genannten Objektbereiche zu bestimmen, wurde wiederum das Ortra-Verfahren eingesetzt, das eine Formfindung für den UTM-Grundriss unter dem Gesetz der minimalen Formänderung durchführt und mit hoher Passpunktgewichtung arbeitet.

Der Nachweis der spannungsarmen Übertragung des Referenz-Grundrisses wird über eine Streckenausgleichung geführt. Diese stellt für das zum Nachweis aufgebaute Streckennetz Widersprüche zwischen den auf die jeweilige Abbildungsfläche übertragenen GK- und UTM-Strecken fest und kann diese in Form von Fehlerellipsen

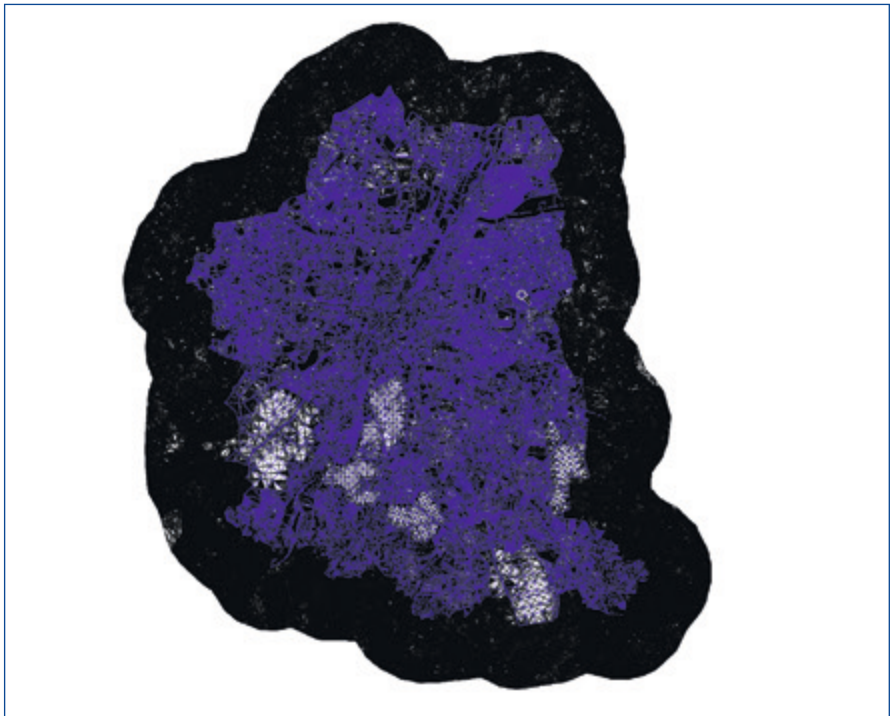
visualisieren. Bei der unverzerrten Referenzkonfiguration bewegten sich die Ellipsenhalbachsen im Submillimeterbereich.

Durch Vergleich mit der endgültigen Grundrissform erhält man Hinweise auf linear und nichtlinear wirkende Netzspannungen. Diese Information wird in Form von Differenzvektoren zur Verfügung gestellt, die damit die Netzspannungen visualisieren. Diese Information wurde den Ämtern frühzeitig für vorbereitende Arbeiten zur Verfügung gestellt.

Planung des Umstellungszeitrahmens zum Jahreswechsel 2018/2019

Im Jahr 2015 wurde neben dem Projekt KanU ein übergeordnetes Projekt „UTM-Umstellung“ eingerichtet, das mit koordinierenden Aufgaben und Planungen des gesamten Bezugssystemwechsels bei der Geotopographie und beim Liegenschaftskataster beauftragt war.

Bei den Planungen in den Projekten ist man von einem maximal zur Verfügung stehenden Umstellungszeitrahmen von 16 Tagen (= 2 Wochen einschließlich Wochenende) ausgegangen.



Bereits zu Beginn der beiden Projekte UTM-Umstellung und KanU war eine Winter-Umstellung konkrete Planungsgrundlage, da in den Wintermonaten witterungsbedingt weniger Tage Außendienst durchgeführt werden und durch Nutzung von mehreren Feiertagen für die Umstellung eine geringere Auswirkung auf die Vermessungs- und Katasterarbeiten an den Ämtern für Digitalisierung, Breitband und Vermessung erreicht wird. Nach der endgültigen Festlegung des Umstellungszeitpunkts im April 2017 durch das Bayerische Staatsministerium der Finanzen und Heimat auf den Jahreswechsel 2018/2019 wurde der Zeitraum für die UTM-Umstellung mit Festlegung eines Produktionsstopps für bestimmte Tage konkretisiert. Im Laufe des Jahres 2017 wurde der Zeitraum für die Umstellung der ALKIS-Daten von GK nach UTM von Freitag, den 21.12.2018 bis einschließlich Sonntag, den 6.01.2019 gewählt.

Die UTM-Umstellung begann am 21.12.2018, 9:00 Uhr mit der Außerbetriebnahme der ALKIS-Serveranlage im alten amtlichen Raumbezugs DHDN90/GK und dem Sichern des ALKIS-Datenbestandes in GK als letzter produzierter GK-Datenbestand.

Arbeiten beim ALKIS-System am ersten Tag der Umstellung

Der bayernweite ALKIS-Datenbestand am LDBV München im Raumbezug DHDN90/GK wurde am 21.12.2018 bis nachmittags gesichert. Dann wurde der Export der ALKIS-Daten angestoßen. Im Datenexport sind insgesamt ca. 700 Millionen ALKIS-Datensätze in punkt-, linien- oder polygonförmiger Ausprägung für die Überführung nach ETRS89/UTM zur Verfügung gestellt worden.

Ablauf der UTM-Umstellung aus Sicht des Projekts KanU

Bei der Darstellung der UTM-Umstellung aus Sicht des Projekts KanU wollen wir einen Blick auf das ADBV München werfen und Informationen über den Umformungsprozess der Flurstücke der Stadt und des Landkreises München geben (Abb.1).

Die von ALKIS ausgespielten Daten lagen dem Projekt KanU am 21.12.2019 im Ausspielformat bis 20:00 Uhr vor. Mit dem Anstoßen der Umformungsprozesse begann das Projekt KanU am Freitagabend gegen 20:15 Uhr mit seiner Arbeit. Auf den Servern des Projekts KanU wurden parallele Prozesse für ÄDBVs gestartet. Bei den Umformungsprozessen für Flurstücke, die analog auch für Gebäude, Bauwerke und Netzpunkte durchgeführt wurden, wurde jeder Amtsbezirk mit Umgriff gerechnet (Abb. 1). Nach der Fertigstellung wird das Ergebnis durch Ausschneiden amtssscharf in eine bayernweite Datei übertragen. Diese kann nach einer kurzen Nachprozessierung dann dem ALKIS-Server für den Import zur Verfügung gestellt werden.

◀ *Abbildung 1: Objektbereich Flurstücke beim ADBV München: Definition von 18 Millionen Pseudobeobachtungen zum Aufbau des künstlichen Netzes für die Flurstücke.*

Nun zum Münchner Amt: Die für die Ausgleichung notwendige Vernetzung der Flurstücke, bei der 2.7 Millionen Punkte als unbekannte Punkte und 26500 Punkte als identische Punkte definiert wurden, benötigte 15 Minuten. Für die A-Matrix der Ausgleichung wurden über 18 Millionen Pseudobeobachtungen für fast 11 Millionen Unbekannte erzeugt. Für jeden unbekanntem Punkt werden 4 Unbekannte in die Ausgleichung eingeführt [Glock et al. 2019, Hampp & Glock 2017]. Dabei ist München noch nicht das Amt mit der größten Normalgleichungsmatrix. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Dimensionen der Normalgleichungssysteme im Bereich der Flurstücke.

ADBV	Dimension der Normalgleichungsmatrix
Weilheim in Oberbayern	15.6 x 15.6 Mio.
Bayreuth	13.9 x 13.9 Mio.
Marktoberdorf	12.7 x 12.7 Mio.
Traunstein	12.3 x 12.3 Mio.

Tabelle 1: Dimensionen der Normalgleichungssysteme verschiedener Ämter bei der Ausgleichung der Flurstücke nach dem Ortra-Verfahren

Mit der Fertigstellung der Vernetzung wird die physikalische Speicherung der Matrizen und des Beobachtungsvektors im Dateisystem für die Ausgleichung durchgeführt, die für mehrere Hundert Millionen Elemente 45 Sekunden benötigt. Die Ausgleichung für München selbst wurde in 72 Minuten durchgeführt. Für den Aufbau des Normalgleichungssystems und die Bereitstellung der Daten im Speicher werden 26 Minuten gebraucht. Dabei werden durch die Fehlergleichungen für München 446.8 Millionen Matrizenelemente (!) bei der Normalgleichungsmatrix definiert, wobei wegen Symmetrie des Gleichungssystems ausschließlich die linke untere Dreiecksmatrix mit „nur“ 228 Millionen Werten belegt wird. Dabei soll trotz dieser mehr als 200 Millionen Matrixelemente von einer dünnen Besetzung der Normalgleichungsmatrix (= Sparse Matrix) gesprochen werden, da bei einer Matrixdimension von 10.9 Millionen im Quadrat insgesamt 99.9996 % der Matrixelemente mit Nullwerten belegt sind. Die symbolische Faktorisierung der Matrix mit Definition des Eliminierungsbaums, d. h. wie mithilfe eines Graphen konkret die numerischen Abhängigkeiten der Matrix aufgelöst werden, wurden gute 5 Minuten benötigt. Für die anschließende numerisch aufwendige Cholesky-Zerlegung der Dreiecksmatrix mit 228 Millionen Elemente werden 34 Minuten benötigt. Mit Vorliegen des Cholesky-Faktors konnten die 10.8 Millionen Unbekannten für München durch Vorwärts- und Rückwärtssubstitution in 4 Minuten bestimmt werden.

Zum Abschluss der Betrachtung des ADBV München soll ein Überblick gegeben werden, in welcher Größenordnung sich die Anzahl der Nichtnull-Elemente der Normalgleichungsmatrizen der größeren Ämter bewegt.

ADBV	Anzahl der Matrizenelemente in der Normalgleichungsmatrix (nur linke untere Dreiecksmatrix)
Weilheim in Oberbayern	272.6 Mio. Elemente
Bayreuth	255.4 Mio. Elemente
Marktoberdorf	251.2 Mio. Elemente
Neustadt an der Aisch	249.4 Mio. Elemente
München	228.4 Mio. Elemente

Tabelle 2: Ämter mit einer großen Anzahl von definierten Matrizenelementen im Normalgleichungssystem, Objektbereich Angaben zum Flurstück

Nun zurück zum Ablauf:

Nach dem Aufbau einer Gesamtdatei für einen Objektbereich wird prozesstechnisch die Umformung des Objektbereichs aus Sicht des Projekts KanU zunächst als abgeschlossen gesehen und unmittelbar mit einem neuen Objektbereich begonnen. Zur Qualitätssicherung wurden die Daten des fertigen Objektbereichs parallel zur Berechnung des nachfolgenden Objektbereichs geometrisch geprüft. Damit bestand die Möglichkeit, vor Beginn des Imports in den ALKIS Server durch einen Mitarbeiter des Projekts KanU einzugreifen, wenn Probleme in den Daten vorlagen. Das Ergebnis der Qualitätssicherung gab dann dem Team des Projekts KanU Sicherheit, dass mit keinen größeren Problemen beim Import nach ALKIS für den Objektbereich zu rechnen sei. Bei den Umformungen bis einschließlich 24.12.2018 wurden keine auffälligen Geometrien gefunden.

In der Nacht zum Samstag, den 22.12.2018 war die Ausgleichung für ca. 10.81 Millionen Flurstücke bereits nach guten 6 Stunden gegen 2:30 Uhr fertiggestellt. Die anschließende Überführung von 8.86 Millionen Gebäuden und 850000 Bauwerken dauerte bis Samstagmorgen, 8:30 Uhr. Nach den Flurstücken waren diese beiden Objektbereiche automatisch in der Nacht gegen 3:00 Uhr gestartet worden. Am Samstagvormittag konnten mit den Flurstücken, Gebäuden und Bauwerken die ersten fertigen Daten in UTM zur Verfügung gestellt werden. Für diese Ausgleichungen wurden insgesamt 2 Milliarden Pseudobeobachtungen für 880 Millionen Unbekannte definiert. Für die Flurstücke wurden durch die Beobachtungsgleichungen der Ausgleichung, auf 73 Normalgleichungsmatrizen verteilt, 22 Milliarden Matrizenelemente aufgebaut.

Die Bestimmung der bayernweiten Shiftwerte für den Kundentransformationsansatz NTv2 über ein spezielles Ortra-Verfahren konnte am Sonntag kurz nach Mitternacht abgeschlossen werden. Für die Erstellung der Transformationsvorschrift für die Kun-

den kamen, bei dieser vom numerischen Aufwand vergleichbaren Ausglei- chung, weitere 1.5 Milliarden Beobachtungen hinzu.

Am Sonntag, den 23.12.2018 nachts gegen 1:00 Uhr wurde die Umformung durch Nachbarschaft für die Überführung der weiteren Objektbereiche, wie z. B. die Tatsächliche Nutzung oder die Bodenschätzung, automatisch gestartet. Am 24.12.2018 vormittags konnte diese Transformation erfolgreich gegen 10:00 Uhr fertiggestellt werden. Mit Abschluss dieses zweiten Teils der Umformungen standen Daten von acht weiteren Objektbereichen für den zweiten der beiden Importe für den ALKIS-Server zur Verfügung. Damit waren Heiligabend 2018 vormittags die Umformungsprozesse für ALKIS durch das Projekt KanU abgeschlossen. .

Einspielung in das ALKIS-System und weitere Arbeiten

Die Einspielung des zweiten Teils der nach UTM überführten Objektbereiche, einschließlich weiterer Arbeiten am ALKIS-Server, konnte an den Weihnachtsfeiertagen abgeschlossen werden, sodass der ALKIS Server am 27.12.2018 einen NBA-Export für die Belieferung einer Vertriebsplattform beginnen konnte. Mit Abschluss der QSArbeiten beim ALKIS-Server wurde am 01.01.2019 abends das Freigabeschreiben für Arbeiten in UTM über den ALKIS-Client erteilt.

Inbetriebnahme des ALKIS-Systems und Beginn des UTM-Zeitalters beim Liegenschaftskataster

Am 02.01.2019 zum Dienstbeginn, 5 Tage vor dem geplanten Ende des Umstellungszeitraums, konnten die Ämter bereits wieder die Produktion in UTM aufnehmen. Viele anwesende Mitarbeiter an den ÄDBV probierten in den ersten Tagen intensiv die neue UTM-Funktionalität des umgestellten ALKIS-Clients aus. Im Nachhinein betrachtet wird von den Regionalabteilungen des LDBV und den ÄDBV die UTM-Umstellung als reibungslos gesehen. Dieser Tag markiert den Beginn eines neuen Zeitalters, in dem beim Liegenschaftskataster mit UTM gearbeitet wird.

Wichtige Projektstadien beim Projekt KanU

Mit der erfolgreichen UTM-Umstellung des Liegenschaftskatasters zum Jahreswechsel 2018/2019 wurden die mehrjährigen Arbeiten des seit 2013 existierenden Projekts KanU mit einem guten Ergebnis zum Abschluss gebracht.

Der Abschluss der Aufgabe Überführung und Bereitstellung der nach UTM transformierten Objektbereiche bei der UTM-Umstellung wurde 24.12.2018 vormittags mit

Auslieferung der nach UTM überführten ALKIS-Objektbereiche an die zuständige Mitarbeiter bei ALKIS erreicht. Im Jahr 2019 wurden in den ersten beiden Monaten noch Abschlussarbeiten im Projekt durchgeführt, das Ende Februar 2019 offiziell beendet wurde.

Die ersten Voruntersuchungen für das Projekt begannen im November 2011. Im Mai 2012 wurde das Landesamt für Vermessung und Geoinformation (jetzt: LDBVg) in Bayern beauftragt, durch eine Vorprojektgruppe über einen Zeitraum von einem Jahr ein Fachkonzept zur Umstellung der Koordinaten des Liegenschaftskatasters auf das Abbildungssystem UTM zu erstellen.

Im Mai 2013 lag das Fachkonzept, in dem drei Umformungsverfahren näher untersucht wurden, vor. Dabei wurden die Verfahren nach erwarteter Transformationsqualität, der technischen Umsetzbarkeit und dem Entwicklungsaufwand begutachtet. Das Gutachten schloss mit einer Empfehlung für ein bestimmtes Umformungsverfahren ab, das für Flurstücke in dem zur Verfügung gestellten Jahr prototypisch entwickelt wurde.

Das Bayerische Staatsministerium der Finanzen und für Heimat entschied sich für das von der Vorprojektgruppe empfohlene Umformungsverfahren Ortra und beauftragte das Landesamt, dieses Verfahren produktiv für die Überführung des Liegenschaftskatasters nach UTM umzusetzen. Für die Ausführung des Auftrags wurde am LDBV aus Mitgliedern der Vorprojektgruppe und neuen Mitgliedern eine Projektgruppe mit der Bezeichnung „Kataster nach UTM“ (KanU) eingerichtet.

In erster Linie soll durch die Projektgruppe für den Bereich des Liegenschaftskatasters der organisatorische und technische Rahmen vorbereitet werden, in dem die Umformungsprozesse für ALKIS geschaffen und die Umstellung des ALKIS-Systems ausgeführt wird. Zur Stabilisierung des Gesamtprozesses wurde die UTM-Umstellung auch auf ALKIS-Serverseite mehrfach in Probeläufen zur Produktionsreife geführt.

Darüber hinaus wurde die Projektgruppe KanU beauftragt, die Auswirkung der Einführung von ETRS89/UTM im Bereich des Liegenschaftskatasters auf Kunden zu untersuchen.

Bis Ende 2013 wurden die ersten Auslieferungen von Analysetransformationen an die ÄDBV durchgeführt.

Bis Mitte 2014 wurde in einem ersten Ansatz das NTv2-Verfahren beim Projekt KanU aufgebaut und den Kunden im November 2015 zur Vorbereitung der Transformation ihrer Geofachdaten bereitgestellt.

Nach der flächendeckenden Einführung von ALKIS wurden ab Mitte 2016 Analyse-Transformationen zur Evaluierung der Daten am ADBV in einem Monatsturnus bereitgestellt.

Nach dem Umbau und einer Weiterentwicklung des Ortra-Verfahrens für die Flurstücke und dem Entwicklungsbeginn des Ortra-Verfahrens für Gebäude und Bauwerke wurde Anfang 2015 im Projekt KanU die Entscheidung getroffen, für die Tatsächliche Nutzung und die Bodenschätzung und weitere nachgeordnete ALKIS-Objektbereiche ein eigenes Verfahren „Umformung durch Nachbarschaft“ zu entwickeln.

Dieses Verfahren konnte bereits prototypisch im Herbst 2015 für den Aufbau der Austauschchnittstelle bei ALKIS alle zur Transformation vorgesehenen Punkt-, Linien- und Polygon-Objektarten für ein ALKIS-Testgebiet überführen.

Bis Frühjahr 2016 konnte der hierarchische Gebäude-Ortraansatz mit komplexen Vernetzungsarten abgeschlossen werden. Wenige Monate später folgte die Fertigstellung des Ortraansatzes für Bauwerke.

Im Oktober 2016 wurde zum ersten Mal ein Probelauf für eine Gesamtumstellung des ALKIS-Systems nach UTM, intern als ALKIS-KanU-Roundtrip bezeichnet, durchgeführt. Der Testlauf spielte die Vorgänge zwischen dem ALKIS-Server mit dem Export der Daten aus ALKIS und dem den Umformungen bei KanU folgenden Datenimport von ALKIS in UTM durch. Der erste ALKIS-Roundtrip führte zu einem vollständig in ALKIS eingespielten Datenbestand. Das intern definierte Zeitziel von zwei Wochen für eine bereits damals in die übergeordnete Planung aufgenommene Winterumstellung zwischen Weihnachten und Heilig-Drei-König wurde dabei noch nicht erreicht.

Nach der im April 2017 durch das Bayerische Staatsministerium der Finanzen und für Heimat" statt "Staatsministerium erfolgten Festlegung des Umstellungstermins für das Jahresende 2018/2019 wurden im Jahr 2017 zwei und im Jahr 2018 vier weitere ALKIS-KanU-Roundtrips durchgeführt. Diese wurde z. T. für weitere neue Abläufe und Prozessverfeinerungen genützt. Mit Erfolg, denn zu Mitte des Jahres 2018 wurde bei einer weiteren Probe-Umstellung des ALKIS-Servers eine Umstellungszeit von 10 Tagen erreicht. Bei dem letzten Probelauf im November 2018, der als Generalprobe deklariert wurde, gelang es mit sehr stabilen Prozessen in 7 ½ Tagen zu einem produktiv in UTM aufgebauten ALKIS-Serversystem zu kommen.

Erfahrungen nach der UTM-Umstellung / Erfahrungen an den ADBV

Für die Kundenseite wurden bereits ab 2015 durch das Projekt vorläufige NTv2-Datensätze zur Verfügung gestellt, damit der Kunde die UTM-Umstellung seiner Geofach-

daten testen konnte. Damit konnte sich der Fachkunde in seiner Umgebung mit der NTV2-Datei vertraut machen und Erfahrungen mit dem Dateiformat und der Dateigröße sammeln. Nach der Umstellung im Jahr 2019 kamen nur vereinzelt Kundenanfragen zum NTV2-Verfahren und zur NTV2-Datei des Projekts BY-KanU. Bis Ende des Jahres 2019 wurde von mehreren großen Energieversorgern die Information gegeben, dass diese mithilfe der Transformationsvorschrift NTV2 ihre GIS-Fachdaten nach UTM überführen konnten.

Innerhalb des LDBV wurde Anfang Januar 2019, wenige Tage nach der UTM-Überführung des Liegenschaftskatasters, mit der Umformung des letzten großen im GK-Raumbezug gehaltenen Datenbestands begonnen und die dreidimensionalen Gebäudedaten nach ETRS89/UTM überführt [Batscheider et al. 2018].

Erfahrungen nach der UTM-Umstellung am ADBV Würzburg

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass das Arbeiten im Außendienst nach der UTM-Umstellung sich kaum geändert hat. In homogenen Punktfeldern war das Arbeiten vor der Umstellung relativ einfach und so ist es auch nach der Umstellung.

In inhomogenen Punktfeldern hat der Geometer im UTM-System mit den gleichen Problemen zu kämpfen wie im GK-System. Trotz umfangreicher Passpunktbestimmungen gibt es noch viele Gebiete mit Netzspannungen, die durch die System-Umstellung nicht besser geworden sind.

Solche Bereiche sind häufig in Gebieten zu finden, deren grundlegendes KFP-Feld in einem Flurbereinigungsverfahren in den ersten Jahren nach dem zweiten Weltkrieg bestimmt wurde. Die damals gültigen, den heutigen Maßstäben nicht mehr genügenden Fehlergrenzen wurden ausgereizt und Überschreitungen aus Zeitmangel hingenommen. Differenzen zwischen der Messung der Polygonzugseiten und der Absteckung der Zuteilung von 20 cm/100 m wurden nicht untersucht.

Häufig sind es sehr lange Züge ohne Querverbindungen.

Dieses Ausgangspolygonnetz wurde anschließend vom Vermessungsamt verdichtet. Bis zur Einführung der elektronischen Distanzmessung hat man die Polygonseiten meist mit dem Maßband gemessen. Oft wurde mit Polarpunkten gearbeitet. Polygonpunkte der Flurbereinigung, die durch Straßenbaumaßnahmen zerstört waren, wurden unter großem Zeitdruck wiederhergestellt – heute oft nicht mehr nachvollziehbar – und als Ausgangspunkte für die weitere Netzverdichtung und Koordinierung von Grenz- und Gebäudepunkten verwendet. Die Auftragsbücher in den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts waren prall gefüllt, mehrjährige Rückstände die Regel.

Diesen Flurbereinigungen lag das Soldner-Koordinatensystem zugrunde. Am ADBV Würzburg wurden die Soldner-Systeme größtenteils zwischen 1970 und 1980 mittels maschenweiser Affin-Transformation in das GK-System überführt. Nachforschungen über die Qualität dieser Transformationen sind heute sehr mühsam, wenn nicht unmöglich.

In diesen Gebieten ist der ganze Sachverstand des Geometers gefragt, das Prinzip der Nachbarschaft unbedingt zu beachten. Die Differenzen im Netz waren früher durch die Orthogonalaufnahme mit linienhafter Messung („Einpassung“) infolge der großzügigen Fehlergrenzen nicht so sichtbar wie heute mit der flächenhaften Einpassung. Die Problematik sei an einem Beispiel dargestellt. Es handelt sich um ein wie oben beschriebenes Gebiet; die Netzspannungen waren aus früheren Vermessungen bekannt.

Zufällig musste im Dezember 2018, kurz vor der Umstellung nach UTM, eine Messung durchgeführt werden.

Sie wurde als Anlass genommen, zu untersuchen, welche Auswirkungen die Transformation von GK nach UTM hat.

Das Messungsobjekt ist in Abb.2 dargestellt.

Die Punkte 5120, 5119, 5121, 5140 und 5138 sind im Zuge der Polygonierung durch die Flurbereinigung 1955 im Soldner-System berechnet worden. Bis auf Punkt 5138 wurden alle Punkte im Laufe der Jahre wiederhergestellt.

Die Spannungen sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

Strecke	PP-Zug	FR Flurb	FR VA	Ber GK	Ber UTM
5120-5119	86,04	86,11	86,08	86,08	86,08
5119-5121	98,05	98,31	98,08	98,07	98,08
5121-5140	115,08	115,28	115,23	115,09	115,10
5140-5138	114,20	114,20	114,13	114,25	114,19
5138-5120	nicht gem	191,75	191,84	191,77	191,85



Beantragt war die Zerlegung des Flurstücks 412. Die Koordinierung erfolgte über die Punkte 5120 und 5138 analog zur Koordinierung durch die Flurbereinigung und nachfolgenden Fortführungsvermessungen.

Zusätzlich zu den GK-Koordinaten wurden die ETRS-Koordinaten des Punktes 7 im Dezember 2018 bestimmt. Er konnte nicht mehr als Stützpunkt in die Transformation eingeführt werden.

Abbildung 2: Messungsobjekt

Die Verschiebevektoren der Massepunkte von GK nach UTM werden in diesem lokalen Bereich von den identischen Punkten 5138, 5120 und 5368 bestimmt. In der vorliegenden Konstellation beeinflusst der Punkt 5368 den Verschiebevektor in Punkt 7 in Ost-Westrichtung, obwohl er auf die Koordinierung im GK-System keinen Einfluss hatte.

Der Vergleich der gemessenen mit der transformierten UTM-Koordinate des Punktes 7 ergab eine Differenz von 5 cm im Rechtswert und 2 cm im Hochwert.

Keine allzu große Differenz, aber dennoch störend bei einer Vermessung vor Ort.

Diese Differenz wurde deshalb mit einer UTM-UTM Transformation mit den Stützpunkten 7, 5120, 5138 und 5368 beseitigt. Die Koordinaten der Stützpunkte 5120, 5138 und 5368 waren im Start- und Zielsystem identisch.

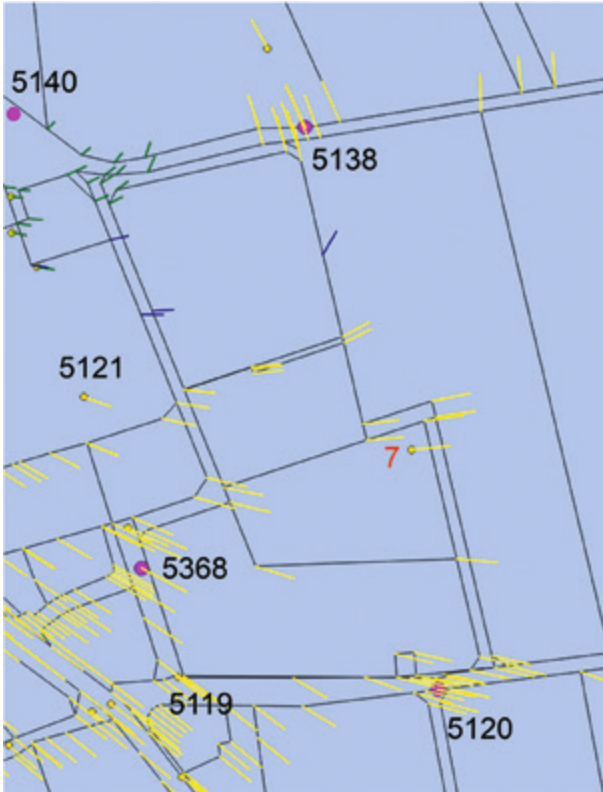


Abbildung 3:
Verschiebevektoren
GK-UTM Transformation

Größe Verschiebungsvektoren 5-10 cm

Die Auswirkung der Transformationen sind in der Tabelle „Streckenvergleich“ ersichtlich.

Strecke	aus UTM heute	aus UTM am 01.01.2019	aus GK am 18.12.2018	gemessen mit Tachymeter
7 - 5120	80,24	80,21	80,18	80,23
7 - 5368	97,75	97,79	97,77	97,77
7 - 5138	112,64	112,68	112,59	112,65

Tabelle: Streckenvergleich im Messungshorizont

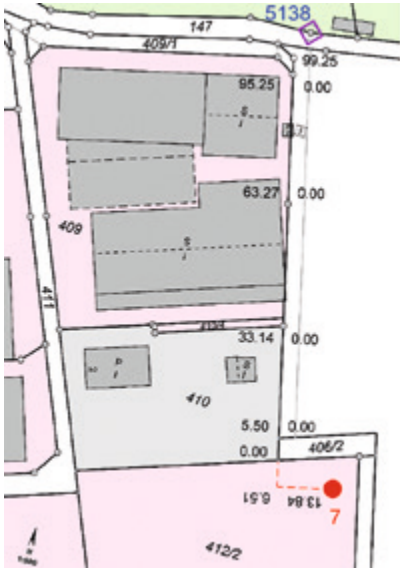


Abbildung 4: Grenzgerade in GK (links)

Grenzgerade in UTM (rechts)

Die Abbildung 4 zeigt, dass im vorliegenden Fall Punkte, die in GK in der Grenzgeraden waren, nach der Transformation in UTM außerhalb der Geraden liegen.

Die Transformation hat im vorliegenden Fall aber die örtlichen Spannmaßdifferenzen teilweise behoben.

In diesem Beispiel liegen die Spannungen im Bereich von 10 cm. Die Folgen der Transformation lassen sich anhand der Verschiebevektoren gut beurteilen.

Was aber passiert, wenn die Verschiebevektoren größer und gegenläufig sind (s. Abb. 5), lässt sich ohne Weiteres nicht vorhersagen. Daher muss bei Grundstücksvermessungen in derartigen Gebieten mehr Zeit eingeplant werden.



Zusammenfassung

Das in Bayern angewandte Transformationsverfahren von GK nach UTM hat gute Ergebnisse gebracht. Es gibt keine nennenswerten Probleme im Außendienst.

In den oben beschriebenen Gebieten sind nach wie vor die gleichen technischen Probleme vor Ort zu lösen wie im GK-System. Absteckung und Koordinierung dürfen nur über Punkte in unmittelbarer Nachbarschaft erfolgen.

Ob die „örtlich“ bestimmten Punkte im Stützpunktsystem der Transformation neu koordiniert oder das örtliche Punktfeld durch Verdichtung und Transformation UTM-UTM verbessert werden, ist im Einzelfall vom zuständigen Geometer zu entscheiden. Die Kenntnis der Verschiebevektoren der Transformation ist für die Durchführung der Vermessungen und die Beurteilung des Punktfeldes im Bereich eines Messungsobjektes sehr hilfreich.

Insbesondere dem Geometernachwuchs ist zu empfehlen, sich mit der Entstehung des Festpunktfeldes zu beschäftigen. Ältere Kollegen, die noch „Winkel links, Winkel

rechts“ im Ohr haben, können Rat geben. Allerdings nicht mehr lange. Diese Generation geht in den nächsten Jahren in den Ruhestand.

Literatur

[Batscheider et al. 2018] Batscheider, J., Hümmer, F., Krey, T., Roschlaub, R.: Transformation der LoD2 Gebäudemodell in Bayern nach UTM. In: Mitteilungsblatt DVW Bayern, Heft 1/2018, S. 21-36. München.

[Glock et al. 2019] Glock, C., Bauer, R., Wunderlich, T., Pail, R., Bletzinger, K.-U.: Das Ortra-Verfahren für die Überführung des Liegenschaftskatasters nach ETRS89/UTM in Bayern. In: zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Heft 1/2019. S. 25–40. München.

[Glock&Birkenbeul 2018] Glock, C., Birkenbeul, H.: ETRS89/UTM-Umstellungsstrategie in Bayern für das Liegenschaftskataster – Umformungsverfahren und Möglichkeiten der Umsetzung. In: Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation, Band 27, Tagungsband zur Wissenschaftlich-Technischen Jahrestagung der DGPF und PFGK, S. 20–32. München.

[Hampp & Glock 2017] Hampp, D., Glock, C.: Ein ausgeglichenes Bayern. In: Mitteilungsblatt DVW Bayern, Heft 2/2017, S. 105-126, München.

[Hettwer & Benning 2000] Hettwer, J., Benning, W.: Nachbarschaftstreue Koordinatenberechnung in der Kartenhomogenisierung. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, Band 107, S. 194-197, Aachen.



DVW Bayern^{e.V.}

Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

Der DVW ...



ist hundertprozentig geodätisch

- verkörpert die Geodäsie in ihrer ganzen Bandbreite und Vielfalt.
- ist Sprachrohr, Repräsentant und Interessenvertretung der Geodäsie.
- ist Plattform und Drehscheibe für vielfältige persönliche Kontakte.



ist bestens informiert

- verfügt über fundiertes Wissen und breite Erfahrung in Theorie und Praxis.
- überträgt die Theorie in die Praxis und bringt beide zusammen.
- sucht und findet Antworten, ist Ansprechpartner für fachliche Unterstützung.
- ist ein gefragter Gesprächspartner für Expertisen und Stellungnahmen.
- berichtet über alle relevanten fachlichen und personellen Neuigkeiten.
- informiert über Rahmenbedingungen und zukünftige Weichenstellungen.



ist nah am Markt

- ist Veranstalter der jährlichen Kongressmesse INTERGEO.
- eröffnet Marktchancen und bietet Entwicklungspotenzial für die Branche.
- hilft bei der Stellensuche und bei der Suche nach neuen Mitarbeiter/innen.
- ist lokal, regional, national und international bestens aufgestellt.
- verfügt über direkte Kontakte vor Ort und über beste Beziehungen weltweit.



hat ein Herz und eine Seele

- ist offen für eine aktive Mitarbeit und Mitgestaltung.
- fördert und unterstützt den geodätischen Nachwuchs.
- pflegt und hegt Zusammenkunft und Austausch mit den „alten Hasen“.
- freut sich über neue Mitglieder.



Vier gute Gründe um im DVW zu sein.

Das alles in nur drei Buchstaben.

DVW – inklusive der großen, weiten Welt der Geodäsie.

**Treten Sie ein
und seien Sie herzlich willkommen!**