

BACHELORARBEIT

vorgelegt an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-
Schweinfurt
an der Fakultät Kunststofftechnik und Vermessung

Thema:

Kommunale Fachdaten der Stadt Würzburg im Bezugssystem ETRS89/UTM

Transformation und Genauigkeitsbetrachtung

Angefertigt in Firma / Institut: Hochschule für angewandte Wissenschaften
Würzburg-Schweinfurt, Fakultät
Kunststofftechnik und Vermessung
Stadt Würzburg, Fachabteilung Tiefbau
- Geodaten und Vermessung-

Betreuer/in: Dipl.- Ing. Annett Heusinger
Erstprüfer/in: Prof. Dr. Daniela Wenzel
Zweitprüfer/in: Dipl.- Ing. Annett Heusinger
Abgabetermin: 30. März 2015

Eingereicht von
Jeannine Gottschlich
aus Würzburg
Matrikelnummer: 6011009

Würzburg, 25.03.2015

ERKLÄRUNG ZUR BACHELORARBEIT

Hiermit versichere ich, dass die vorgelegte Bachelorarbeit selbstständig verfasst und noch nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt wurde.

Alle verwendeten Quellen und Hilfsmittel sind angegeben.

Wörtliche und sinngemäße Zitate wurden als solche gekennzeichnet.

Würzburg, den _____

Unterschrift des/der Studierenden

Zusammenfassung

Der amtlich initiierte Wechsel des Bezugssystems nach ETRS89/UTM wird zunehmend thematisiert und soll im Jahr 2015 im Anschluss an die Einführung von ALKIS in Bayern realisiert werden.

Die Notwendigkeit dieses Systemwechsels beruht grundlegend auf der zunehmenden nationalen und internationalen Nutzung sowie Bereitstellung von Geodaten, als auch auf der Schaffung einer einheitlichen Basis für eine gemeinsame Geodateninfrastruktur in der EU (INSPIRE). Weitere Aspekte für den Umstieg nach UTM sind das Erreichen einer effizienteren Geodatennutzung durch die Homogenisierung der einzelnen Landesbezugssysteme sowie eine „quasidirekte“ Positionierung mit GNSS im gesamten Bundesgebiet.

Durch Anlass dieses Systemwechsels werden alle Nutzer von Geobasisdaten gezwungen, ihre Fachdaten ebenfalls in das neue System zu überführen. Für diese Überführung muss eine geeignete Transformationsmethode getestet werden. In diesem Zusammenhang kommt die NTV2-Methode zum Einsatz.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Projektarbeit werden kommunale Fachdaten der Stadt Würzburg, mithilfe der bayerischen Gitterdatei, in das neue Bezugssystem überführt. Die Gitterdatei, sowie die benötigten Grundrissdaten beider Systeme werden hierfür von der bayerischen Vermessungsverwaltung zur Verfügung gestellt. Nach Betrachtung der Netzinhomogenität im Stadtgebiet Würzburg werden Testgebiete für die Transformation festgelegt. Zur Datenüberführung werden Bebauungspläne, Jagdreviere, Netzdaten der Mainfranken Netze sowie ein Knoten- und Kantenmodell des gesamten Würzburger Straßennetzes bereitgestellt. Diese Testdaten werden mit geeigneten Softwarelösungen von DHDN/GK nach ETRS89/UTM überführt.

Insbesondere wird eine *Transformations-Workbench* der Software FME für die Stadt Würzburg bereitgestellt.

Um die Genauigkeit sowie Qualität der Transformation beurteilen zu können, werden geeignete Indikatoren definiert. Anhand dieser Indikatoren werden

automatisierte- sowie manuelle Untersuchungen zur Genauigkeit erstellt und die Ergebnisse verifiziert.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Beurteilung der Qualität der Fachdaten nach der Systemüberführung. Dies umfasst Qualitäts- und Genauigkeitsaussagen gegenüber der Geometrie und Topologie der einzelnen Testdatensätze.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VII
1. Einleitung.....	1
2. Auswahl der Testgebiete anhand der Netzinhomogenität	4
3. Testdaten.....	9
4. Transformation der Testdaten nach ETRS89/UTM	10
4.1. Softwarelösung der Stadt Würzburg: FME Desktop.....	10
4.2. AutoCAD: Autodesk Civil 3D 2014	13
5. Indikatoren zur Beurteilung der Qualität und Genauigkeit der Transformation	17
5.1. Testdatensatz Bebauungsplan.....	17
5.2. Testdatensatz Jagdreviere.....	18
5.3. Testdatensatz Knoten- und Kantenmodell	19
5.4. Testdatensatz Versorgungsleitungen.....	20
5.5. Besonderheit: Anwendung der Abbildungsreduktion	21
6. Beurteilung der Qualität und Genauigkeit der Transformation.....	24
6.1. Testdatensatz Bebauungspläne.....	24
6.2. Testdatensatz Jagdreviere.....	27
6.3. Testdatensatz Knoten- und Kantenmodell	31
6.4. Testdatensatz Versorgungsleitungen.....	34
7. Fazit.....	42
Anhang 1: Differenzvektoren Zweierweg/Gertrud-von-le-Fort-Straße	i
Anhang 2: Differenzvektoren Neidertstraße/Frankfurterstraße.....	ii
Anhang 3: Flächenvergleich Bebauungsplan	iii
Anhang 4: Flächenvergleich Jagdreviere	vi

Anhang 5: Vergleich der Teststrecken Jagdrevier – identische Punkte	vii
Anhang 6: Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells.....	ix
Anhang 7: Vergleich Teststrecken des Knoten- und Kantenmodells (Knotenpunkte-Flurstücksgrenzpunkte)	xi
Anhang 8: Vergleich der Streckenlängen Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße.....	xii
Anhang 9: Gegenüberstellung der Streckenlängen Civil3D MAP – FME	xiii
Anhang 10: Vergleich der Streckenlängen Zweierweg/Gertrud-von-le-Fort- Straße	xiv
Anhang 11: Gegenüberstellung der Streckenlängen Civil3D MAP – FME	xv
Anhang 12: Beurteilung der Bemaßung Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße.....	xvi
Anhang 13: Beurteilung der Bemaßung Gertrud-von-le-Fort- Straße/Zweierweg	xviii
Anhang 14: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße.....	xix
Anhang 15: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude Gertrud-von-le-Fort- Straße/Zweierweg	xx
Literaturverzeichnis	xxi
Digitale Anlagenstruktur	xxv
Plakative Darstellung	xxix
Danksagung.....	xxx

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kommunale Geoinformationssysteme in Großstädten	3
Abbildung 2: Auszug aus der digitalen Flurkarte im Bereich Bereich Zweierweg/ Gertrud-von-le-Fort-Straße.....	8
Abbildung 3: Hinzufügen neuer Gitterdateien in FME	12
Abbildung 4: Einstellungen für das Transformationstool CsmapReprojector ...	13
Abbildung 5: MAP Abfragefenster zur Transformation	16
Abbildung 6: Streckenanalyse der nicht flurstücksgetreuen Fläche ID28.....	25
Abbildung 7: Berechnungsgrundlage des Nachbarschaftsanalyse-Tools	29
Abbildung 8: Überlappung zum Flurstück 415/2 mit Detailansicht	31
Abbildung 9: Ausnahme Knotenpunkt 43555421083 in GK (links) und UTM (rechts).....	32
Abbildung 10: Vergleich der Topologie im Gas-Wasser- und Stromnetz Frankfurterstraße/Neiderstraße.....	36
Abbildung 11: Darstellung der Topologie Stromnetz im inhomogenen Bereich Zweierweg in Gauß-Krüger	37
Abbildung 12: Darstellung der Topologie nach der Transformation mittels AutoCAD Civil 3D, Stromnetz im inhomogenen Bereich Zweierweg in ETRS89/UTM32.....	37
Abbildung 13: Differenzvektoren im Bereich, Zweierweg/Getrud-von-le-Fort- Straße, Würzburg.....	i
Abbildung 14: Differenzvektoren im Bereich Neidertstraße/ Bohlleitenweg/Frankfurterstraße	ii

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Differenzvektoren der einzelnen Stadtgebiete.....	6
Tabelle 2: Einstellung Koordinatensystem mit führender Zonenkennziffer.....	15
Tabelle 3: Anwendung der Indikatoren für den B-Plan.....	18
Tabelle 4: Anwendung der Indikatoren für die Jagdreviere	19
Tabelle 5: Anwendung der Indikatoren für das Knoten- und Kantenmodell	20
Tabelle 6: Anwendung der Indikatoren für die Versorgungsleitungen	21
Tabelle 7: Vergleich der nicht flurstücksgetreuen Fläche ID 28	25
Tabelle 8: Auszug aus Tabelle 19, Flächenvergleich des Bebauungsplans.....	26
Tabelle 9: Auszug aus Tabelle 20, Flächenvergleich der Jagdreviere	27
Tabelle 10: Überschneidung der Jagdreviere.....	28
Tabelle 11: Auszug aus Tabelle 21, Streckenvergleich Jagdreviere	30
Tabelle 12: Anzahl der im Jagdgebiet liegenden Flurstücke	30
Tabelle 13: Auszug aus Tabelle 22, Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells	33
Tabelle 14: Auszug aus Tabelle 23, Vergleich der Teststrecken im Knoten-und Kantenmodell, Bereich Neidertstraße	34
Tabelle 15: Auszug aus Tabelle 24, Vergleich der Streckenlängen im inhomogenen Bereich Neidertstraße (Gas-Wasser-Netz).....	38
Tabelle 16: Auszug aus Tabelle 25, Gegenüberstellung der Streckenlängen Civil3D - FME, Bereich Neidertstraße	39
Tabelle 17: Auszug aus Tabelle 28, Beurteilung der Bemaßung Stromnetz Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neiderstraße.....	40

Tabelle 18: Auszug aus Tabelle 31, Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude im inhomogenen Bereich Neidertstraße	41
Tabelle 19: Flächenvergleich Bebauungsplan.....	iii
Tabelle 19a: Fortsetzung Flächenvergleich Bebauungsplan.....	iv
Tabelle 19b: Fortsetzung Flächenvergleich Bebauungsplan.....	v
Tabelle 20: Flächenvergleich Jagdreviere.....	vi
Tabelle 21: Auszug aus dem Vergleich der Teststrecken Jagdrevier - identische Punkte	vii
Tabelle 21a: Fortsetzung Auszug aus dem Vergleich der Teststrecken Jagdrevier - identische Punkte	viii
Tabelle 22: Auszug aus dem Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells	ix
Tabelle 22a: Fortsetzung Auszug aus dem Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells	x
Tabelle 23: Auszug aus dem Vergleich der Teststrecken im Knoten- und Kantenmodell, Bereich Neidertstraße	xi
Tabelle 24: Vergleich der Streckenlängen Gas-Wasser-Netz im inhomogenen Bereich Neidertstraße	xii
Tabelle 25: Gegenüberstellung der Streckenlängen zwischen Civil3D MAP und FME im inhomogenen Bereich Neidertstraße	xiii
Tabelle 26: Vergleich der Streckenlängen Stromnetz im inhomogenen Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße.....	xiv
Tabelle 27: Gegenüberstellung der Streckenlängen zwischen Civil3D MAP und FME im inhomogenen Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße	xv
Tabelle 28: Beurteilung der Bemaßung Stromnetz im inhomogenen Bereich Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße.....	xvi

Tabelle 29: Beurteilung der Bemaßung Gas-Wasser-Netz im inhomogenen Bereich Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße xvii

Tabelle 30: Beurteilung der Bemaßung Gas-Wasser-Netz im inhomogenen Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg, vgl. digitaler Anhang..... xviii

Tabelle 31: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude im inhomogenen Bereich Neidertstraße xix

Tabelle 32: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude im inhomogenen Bereich Zweierweg..... xx

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutet
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
B-Plan	Bebauungsplan
BeTA2007	Bundeseinheitliche Transformation für ATKIS
CAD	Computer-aided design
DFK	Digitale Flurkarte
DHDN	Deutsches Hauptdreiecksnetz
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
FME	Feature Manipulation Engine
GIS	Geoinformationssystem
GK	Abbildung nach Gauß-Krüger
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IP	Identische Punkte
KanU	Kataster nach UTM
MFN	Mainfranken Netze
NTv2	National Transformation Version 2
ORTRA	Orthogonale Transformation
UTM	Universal-Transversale Mercator-Abbildung

1. Einleitung

Um eine Überführung von Fachdaten der Kunden der bayerischen Vermessungsverwaltung anzustoßen, mussten zunächst die Daten des Liegenschaftskatasters im neuen Bezugssystem vorliegen. Dies erfolgte durch einen speziell angepassten Ausgleichungsansatz (ORTRA). Mit dieser Methode wird zum einen erreicht, dass alle identischen Punkte ihre gemessenen UTM-Koordinaten behalten und zum anderen, dass die Nachbarschaftsgenauigkeit bestmöglich erhalten bleibt. Zudem wird die Strecken- und Flächenverzerrung minimiert [LDB14].

Der ORTRA Ansatz beschreibt eine orthogonale Transformation. Jeder einzelne Punkt erhält individuelle Parameter zur Transformation. Deshalb generiert dieser Ausgleichungsansatz keine globalen Transformationsparameter. Daher eignet sich ORTRA nicht zwingend als Verfahren für den Endnutzer. Die Anpassung der Daten für die Kunden würde einen zu großen Aufwand fordern.

Zudem sind die Nutzer von Fachdaten auf eine geeignete Überführungsmethode von raumbezogenen Daten, die nicht bereits mit den transformierten Punkten des amtlichen Liegenschaftskataster zusammenfallen, angewiesen. Hierfür wird ein geeigneter Ansatz für den Endkunden zur Verfügung gestellt. Diesen Ansatz beschreibt die NTv2-Methode und arbeitet auf Grundlage der bayerischen Gitterdatei [GOT14, S.9f].

Zu den Kunden der bayerischen Vermessungsverwaltung und auch Nutzern von Geoinformationssystemen zählen alle Kommunen, Organisationen und Ingenieurbüros, die Karten zur Planung, Dokumentation und Entscheidungsfindung erstellen und nutzen sowie Daten durch einen gemeinsamen Raumbezug verknüpfen. Besonders der kommunale Bereich, inklusive seinen verschiedenen Fachbereichen, zählt zu dem interessantesten und wichtigsten Kundensektor. In diesem wird seit mehreren Jahren mit fachspezifischen Daten (Geofachdaten) unter der Nutzung von Geoinformationssystemen gearbeitet. Kommunen können Geofachdaten erfassen, verwalten, analysieren und amtliche Statistiken auswerten [BIL02, S.15ff].

Geofachdaten bauen auf den Datenbeständen der Vermessungsverwaltungen auf. Sie stellen einen Raumbezug dar und bestehen beispielsweise aus Vektordaten (Punkte, Linien, Flächen), Rasterdaten (Luftbilder) oder Sachdaten (Attribute) [WEN14, S.10ff].

In Ver- und Entsorgungsunternehmen, wie auch gleichartigen Kommunen (Wasser- und Bodenverbände, Unternehmen der Chemiebranche) wird ebenfalls mit Fachdaten in den Sparten Strom, Gas, Wasser, Abwasser, Fernwärme und Kanal gearbeitet [BIL02, S.16].

Motivation

Zur Überführung von kommunalen Fachdaten in das neue Bezugssystem eignen sich diverse Geoinformationssysteme oder Zeichenprogramme. Aus den Ergebnissen der Projektarbeit hervorgehend, haben sich alle getesteten Softwarelösungen etabliert.

Da diese Bachelorarbeit in direkter Zusammenarbeit mit der Kommune Stadt Würzburg und den Mainfranken Netzen Würzburg erfolgt, wird die Datenüberführung nur mit von diesen Institutionen genutzten Softwaresystemen durchgeführt. Dies sind im Einzelnen die Software FME Desktop 2014 und das Zeichenprogramm AutoCAD Civil3D.

Das Anwendungsspektrum im kommunalen Bereich ist breit gefächert und verknüpft zahlreiche Fachgebiete. In größeren Kommunen, wie der Stadt Würzburg, werden die unterschiedlichen Fachgebiete von den zuständigen Ämtern verwaltet. Beispielsweise ist das Planungsamt zuständig für die Erstellung und Verwaltung von Flächennutzungsplänen, Bebauungsplänen, Rahmenplänen und für die Organisation der Verkehrsplanung. Im Hoch- und Tiefbauamt gehören das Straßen- und Kanalkataster sowie die Dokumentation städtischer Gebäude oder Mengenermittlungen zu den Aufgabenbereichen. Zudem werden Fachdatenbestände wie Baum-, Biotop- und Grünflächenkataster vom zuständigen Grünflächenamt verwaltet. Bei der Einführung des neuen Bezugssystems müssen daher alle Datenbestände, die teilweise dezentral

vorgehalten werden und in unterschiedliche Zuständigkeitsbereiche fallen, nach UTM überführt werden [BIL02, S.20f].

<ul style="list-style-type: none"> • Leitungsdokumentation • Netzinformation • Instandhaltung • Hausanschlüsse <p>Stadtwerke</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Tankanlagenkataster</u> • <u>Altlastenkataster</u> • <u>Umweltbilanz</u> • <u>Einsatzplan Feuerwehr</u> • <u>Zivilschutzortsbeschreibung</u> <p>Amt für öff. Ordnung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Städt. Liegenschaftsnachweis • Kaufpreissammlung • Sanierung • Grunderwerb/Veräußerung • Grundstücksverwaltung <p>Liegenschaftsamt</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Baumkataster • Biotopkataster • Grünflächenkataster • Umweltdatenbank <p>Grünflächenamt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Automatisiertes Liegenschaftsbuch (ALB)</u> • <u>Digitale Stadtgrundkarte (maßstabsunabhängig und blattschnittlos)</u> <p>Stadtmessungsamt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kaufpreissammlung • Bodenrichtwerte • Erschließungsbeiträge • Bau-/Bodendenkmalkarte • Baulastenverzeichnis <p>Baurechtsamt</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Kanalkataster</u> • <u>Straßenkataster</u> • <u>Baugrundkarte</u> • <u>Überwachung Aufgrabungen</u> <p>Tiefbauamt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Dokumentation Städtischer Gebäude</u> • <u>Gebäudekonstruktion</u> • <u>Mengenemittlung</u> <p>Hochbauamt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Flächennutzungsplan • Bebauungspläne • Rahmenpläne • Einzelplanung • Verkehrsplanung • Strukturkarten <p>Planungsamt</p>

Abbildung 1: Kommunale Geoinformationssysteme in Großstädten [BIL0,2 S.21]

In der Kommune Würzburg erfolgt die Haltung, Aufbereitung und Verteilung der Geofachdaten auf die einzelnen Ämter, innerhalb der Abteilung Geodaten und Vermessung. Im Rahmen städtischer Projekte werden Anweisungen und Aufträge teilweise von übergeordneten Ämtern – teilweise von extern - an die Abteilung zur Geodatenaufbereitung weitergegeben. Diese bereitet die Daten mit geeigneten Zeichenprogrammen, wie AutoCAD, vor und leitet sie an die anfordernde Stelle weiter. Zudem werden die Geofachdaten in verschiedene Datenformate umgewandelt, so dass sie von verschiedenen GIS-Systemen verarbeitet werden können. In der Kommune selbst werden die Daten entsprechend aufbereitet, damit sie von allen Ämtern über das interne Geoinformationssystem (WebGIS) abgerufen werden können [HEU14].

Im Bereich des Versorgungsunternehmens MFN (Mainfranken Netze) fallen alle Geofachdaten an, die die Bestände an Strom-, Gas- und Wasserleitungen repräsentieren. Um die Erhaltung der Geometrie und Topologie der verschiedensten Datenbestände im neuen Bezugssystem zu untersuchen, wird eine Auswahl an Fachdatenbeständen vorgenommen.

2. Auswahl der Testgebiete anhand der Netzinhomogenität

Für eine Auswahl eines geeigneten Testgebietes der Versorgungsdaten der Mainfranken Netze, muss die Netzinhomogenität des Stadtgebietes Würzburg berücksichtigt werden. Die Betrachtung erfolgt auf Grundlage der Differenzvektoren für den Würzburger Bereich. Diese wurden vom Landesamt für Breitband, Digitalisierung und Vermessung München bereitgestellt.

Diese Differenzvektoren geben Aufschluss über Länge und Richtung der Abweichungen zwischen den aus GK- und ETRS-Koordinaten abgeleiteten UTM-Koordinaten. Die entstandenen Differenzen zeigen den Unterschied zwischen zwei amtsbezogenen Ausgleichungsabläufen nach ETRS89/UTM an. Im ersten Lauf wird der Grundriss in Gauß-Krüger nahezu unverändert nach UTM übertragen. Der Nachteil dabei ist, dass die identischen Punkte ihre Koordinaten nicht behalten. Im zweiten Lauf werden die Spannungen zwischen dem GK- und dem UTM-Netz in die Geometrie der Flurstücke verteilt. Dabei behalten die identischen Punkte ihre Koordinaten. So erhält man für jeden Punkt zwei Koordinatenwerte in der UTM-Abbildung. Die Differenz hieraus wird durch die Differenzvektoren dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Länge der Differenzvektoren, die Größe der Spannungen im GK-Netz repräsentiert. Das heißt, je länger die Differenzvektoren sind, desto größer sind die Unstimmigkeiten in diesem Bereich [NIE14].

Anhand dieser Differenzvektoren werden zwei Straßenzüge im Stadtgebiet Würzburg ausgewählt. Die Auswahl erfolgt anhand von Länge und Richtung der Vektoren.

Im Bereich des Stadtgebietes Zellerau, mit der Neidertstraße im Zentrum, variieren die Richtungen der Differenzvektoren relativ stark und die Länge der Differenzvektoren liegt zwischen zehn und 20 Zentimetern. Auf Grund dieser Spannungen wird dieser Bereich als Testgebiet festgelegt.

Im Rahmen einer Diplomarbeit zur Untersuchung der ORTRA-Ausgleichung wurde bereits ein Testgebiet im Osten von Würzburg ausgewählt. Dieses liegt im Stadtteil Frauenland, mit dem Straßenzug Gertrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg. Auf Grundlage der Voruntersuchungen wird dieses als weiteres Testgebiet hinzugenommen.

Betrachtung der Netzinhomogenitäten der einzelnen Stadtbezirke

Bei Betrachtung des Stadtgebietes ist festzustellen, dass die Netzinhomogenitäten in den einzelnen Stadtbereichen unterschiedlich groß ausfallen. Im Stadtteil Rottenbauer und Oberdürrbach treten nur geringe Netzspannungen auf. Differenzvektoren mit einer Länge von fünf Zentimetern weisen hier die größte Spannung auf. In allen anderen Stadtbezirken sind die Vorkommen an Netzspannungen relativ unregelmäßig und variieren in der Größe der Differenzvektoren. Der Stadtteil Heidingsfeld zeigt beispielsweise ein großes Vorkommen an Netzspannungen von fünf bis 20 Zentimetern in verschiedenen Gebieten und ist somit als inhomogenes Gebiet zu betrachten. Auch in den restlichen Stadtbereichen treten teilweise Differenzen von zehn bis 20 Zentimetern oder mehr auf.

Des Weiteren ist zu erkennen, dass in den meisten Fällen Differenzvektoren mit einer Länge von über zehn Zentimetern im Bereich von identischen Punkten (Flurstücksgrenzpunkte mit GPS) auftreten. In den ausgewählten Testgebieten zur Transformation ist dieser Fall deutlich zu erkennen (vgl. Anhang 1 und 2).

Stadtbezirk	Differenzvektor (höchstes Vorkommen)	größte Spannungen	im Bereich
Steinbachtal	0 - 5 cm	10 - 20 cm	Unterer Dallenbergweg
Zellerau	0 - 3 cm	20 - 25 cm	Neidertstraße, Von-Mieg-Straße, Haafstraße
Altstadt	0 - 3 cm	10 - 20 cm	Berliner Ring, unterhalb Festung (Richtung Main)
Unterdürrbach	0 - 5 cm	10 - 20 cm	Koppbergweg
Sanderau	0 - 3 cm	5 - 10 cm	Arndtstraße, Ecke Sieboldsstraße/Friedrichstraße
Frauenland	0 - 5 cm	20 - 25 cm	Zweierweg, Zeppelinstraße
Oberdürrbach	0 - 3 cm	-	-
Heidingsfeld	0 - 10 cm	10-20 cm	Altstadtteile Heidingsfeld (Rathausplatz und Umgebung)
Heuchelhof	0 - 3 cm	größer 20 cm	Heuchelhofstraße (Höhe Heidingsfelder Weg), Osloer Straße
Versbach	0 - 5 cm	10-20 cm	Steinlein
Lindleinsmühle	5 - 10 cm	10-20 cm	Versbacher Straße (Höhe Schwabenstraße)
Lengfeld	0 - 3 cm	10-20 cm	Florian-Geyer-Straße
Grombühl	0 - 5 cm	10-20 cm	Ecke Herztsstraße/Fraunhoferstraße, angrenzend zur Versbacher Straße
Dürrbachau	0 - 5 cm	10-20 cm	Gewerbegebiet (Media Markt)
Rottenbauer	0 - 3 cm	3-5 cm	Maximilian-Kolbe-Straße

Tabelle 1: Übersicht der Differenzvektoren der einzelnen Stadtgebiete

Zusammenfassend ist zu sagen, dass im gesamten Stadtgebiet vereinzelt lange Differenzvektoren, durch mögliche Netzspannungen im Gauß-Krüger System hervorgerufen, auftreten können. Jedoch ist zu beachten, dass es nicht das Ziel ist, die Länge der Differenzvektoren zu reduzieren. Hingegen muss analysiert werden, ob die dargestellten Differenzbilder den Spannungen im GK-Netz entsprechen oder möglicherweise durch andere Einflüsse, wie falsche ETRS-Punkte, entstehen. Daher empfiehlt das Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung München, in Zusammenarbeit mit dem Projekt KanU, mögliche Analysebeispiele der Differenzbilder [KAT14, S.7ff]. Die Kampagne KanU (Kataster nach UTM) ist ein Projekt zur Umstellung des Liegenschaftskatasters nach ETRS89/UTM und wurde vom Landesamt in München initiiert. Die Projektgruppe befasst sich grundlegend mit der Überführung der Daten des Liegenschaftskatasters nach UTM, sowie deren Auswirkungen auf die Kundenseite [KAN13, S.5].

Zu einem soll die Qualität sowie Verteilung der identischen Punkte analysiert werden. In der Regel sind die identischen Punkte (IP) in Gebieten, in denen gleichgerichtete und gleichlange Differenzvektoren auftreten als in Ordnung anzusehen. Anders erfolgt die Bewertung der IP's in Bereichen mit inhomogenen und unterschiedlich langen Differenzvektoren. Diese deuten meist auf Netzinhomogenitäten oder auf Fehler in einzelnen Punkten hin, wie beispielsweise Punktverwechslungen. Zur Verteilung der identischen Punkte ist zu sagen, dass in Gebieten, in denen keine IP's vorhanden sind in der Regel die Differenzvektoren sehr kurz ausfallen. In diesen Bereichen wird zwar die Geometrie nicht verzerrt, jedoch fehlt jeglicher nachbarschaftlicher Bezug zum UTM-Netz [KAD14, S. 3f].

Zum anderen liegen auch komplexere Differenzbilder vor, die gesondert analysiert werden. Diese Differenzen haben ihre Ursache meist in der Entstehung des Katasters und sind bereits im GK-System ausgeprägt [KAT14, S.19].

Daraus resultiert, dass eine mögliche Bereinigung inhomogener Gebiete auf Grundlage entsprechender Analysen erfolgen muss. Das heißt, es wird keine

einheitliche Bereinigung für das gesamte Stadtgebiet angestrebt. Stattdessen werden die einzelnen Fälle entsprechend ihrer Ursachen verbessert.

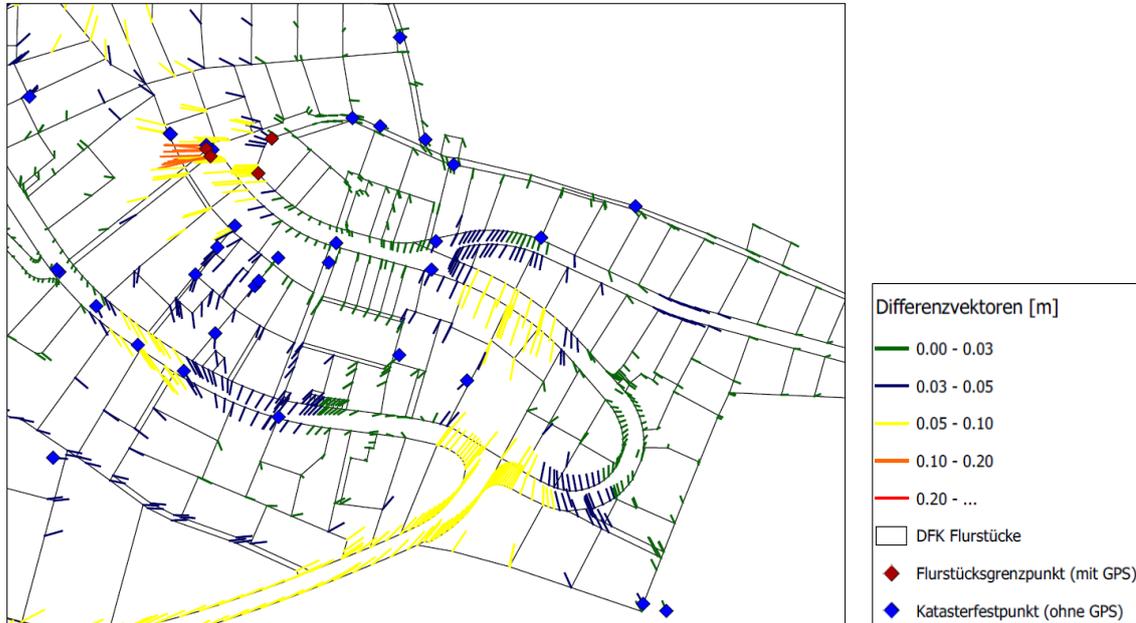


Abbildung 2: Auszug aus der digitalen Flurkarte im Bereich Bereich Zweierweg/Gertrud-von-le-Fort-Straße, vgl. Anhang 1

Anhand des Beispiels im Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg soll eine Analyse anhand des Bildes der Differenzvektoren erfolgen. Zu sehen ist, dass die Differenzen durch mehrere identische Punkte (rot) hervorgerufen werden. Die Auswirkung der Differenzvektoren ist hier auf eine inhomogene Punktverteilung oder auf eine realistische Abbildung des GK-Feldes zurückzuführen. Eine Empfehlung ist in diesem Fall abhängig davon, ob das zuständige Amt die dargestellten Differenzen als realistisch betrachtet oder eine Bereinigung des Gebietes stattfinden soll. Dementsprechend ist eine Analyse und Bereinigung vom zuständigen Amt für Breitband, Digitalisierung und Vermessung zu treffen.

Eine Übersichtskarte über die Netzspannungen des gesamten Stadtgebietes findet sich aufgrund der Größe im digitalen Anhang.

3. Testdaten

Die ausgewählten Testdaten zur Überführung nach ETRS89/UTM werden von der Stadt Würzburg sowie von den Mainfranken Netzen zur Verfügung gestellt. Die Auswahl der Daten der Versorgungsleitungen erfolgt anhand der Netzinhomogenität des Stadtgebietes Würzburg, wie bereits in Kapitel 2 beschrieben. Bei diesen Daten handelt es sich explizit um das Gas- und Wassernetz sowie das Stromnetz der jeweiligen Straßenzüge.

Die Stadt Würzburg verfügt über zahlreiche kommunale Fachdaten des Stadtgebietes, die in das neue Bezugssystem überführt werden müssen (vgl. Kapitel 1, Motivation). Da es sich dabei um große Datenmengen und eine Vielzahl an verschiedenen Daten handelt, werden vier verschiedene Datensätze für die Transformation ausgewählt.

Folgende Testdatensätze werden nach UTM überführt:

- Bebauungsplan des Stadtteils Rottenbauer
- Jagdreviere des Stadtgebietes Würzburg
- Knoten- und Kantenmodell des Straßennetzes Würzburg
- Daten der Versorgungsleitungen der Mainfranken Netze Würzburg

4. Transformation der Testdaten nach ETRS89/UTM

Im folgenden Kapitel werden die Transformationsabläufe der einzelnen Softwarelösungen beschrieben. Dabei handelt es sich lediglich um die Softwaresysteme, die bei der Stadt Würzburg im Einsatz sind. Im Arbeitsalltag der Kommune wird zum einen die Software zur Geodatenkonvertierung - FME Desktop - und zum anderen das Zeichenprogramm Autodesk Civil3D genutzt. Auch das Versorgungsunternehmen Mainfranken Netze Würzburg zeichnet und verwaltet seine Datenbestände mit Autodesk Civil3D.

4.1. Softwarelösung der Stadt Würzburg: FME Desktop

Die Stadt Würzburg wird die Datenüberführung mit der weltweit verbreiteten Software FME (Feature Manipulation Engine) Desktop 2014 durchführen. Mit Hilfe dieser Software können Datenformate umgewandelt und deren Daten bearbeitet werden. FME unterstützt den Import und Export von über einhundert Datenquellen. Die Bearbeitung der Features findet mittels sogenannter Transformer statt. Eine genaue Beschreibung der Software kann der Projektarbeit entnommen werden [GOT14, S. 13f].

Ablauf der Transformation

Der Ablauf der Transformation erfolgt analog dem Ablauf in der Projektarbeit. Jedoch wird die bundesweite Gitterdatei BeTA2007 durch die Gitterdatei für den Raum Würzburg ersetzt. Diese Datei wird von der bayerischen Vermessungsverwaltung zur Verfügung gestellt. Um die Gitterdatei in die Transformation einbinden zu können, wird diese vorab in die Ordnerstruktur eingebunden. Der entsprechende Pfad kann aus der Projektarbeit entnommen werden [GOT14, S.15].

Um einen fehlerfreien Ablauf der Transformation gewährleisten zu können empfiehlt es sich, eine von FME vordefinierte Rasterinterpolationsmethode zu nutzen. Im vorliegenden Fall eignet sich die Transformationsmethode *DHDN_to_ETRS89/01_8_ntv2_BeTA2007_FME* für eine Überführung nach UTM. In den FME-Einstellungen ist es möglich, diese Transformationsmethode anzupassen und diverse Gitterdateien zu erweitern. Unter dem Menüpunkt *Coordinate Systems* können vordefinierte Transformationsmethoden bearbeitet werden. Um die Gitterdatei für den Würzburger Raum der Transformation hinzufügen zu können, wird der Befehl *Edit* ausgeführt. Anschließend öffnet sich das Managementtool für die Gitterdateien. Durch Angabe des entsprechenden Dateipfades können weitere Gitterdateien hinzugefügt und der gewünschte Transformationstyp (hier: NTV2) eingestellt werden. Um gewährleisten zu können, dass die Transformation auf die gewünschte Gitterdatei zurückgreift, wird diese an erste Stelle gesetzt. Nach Anstoßen der Transformation arbeitet FME die Gitterdateien von oben nach unten ab. Die Software überführt die Daten, für alle Gebiete die in diesen Bereich fallen, zuerst mit der Würzburger Gitterdatei. Für alle anderen Gebiete die außerhalb dieses Bereiches liegen, wird die Gitterdatei BeTA2007 zur Transformation hinzugenommen. Bei weiteren Bereichen, die nicht mit einer der oben genannten Gitterdateien zusammenfallen, greift FME auf die Transformationsmethode *DHDN_to_ETRS89* als sogenannten *Fallback* zurück [FME15].

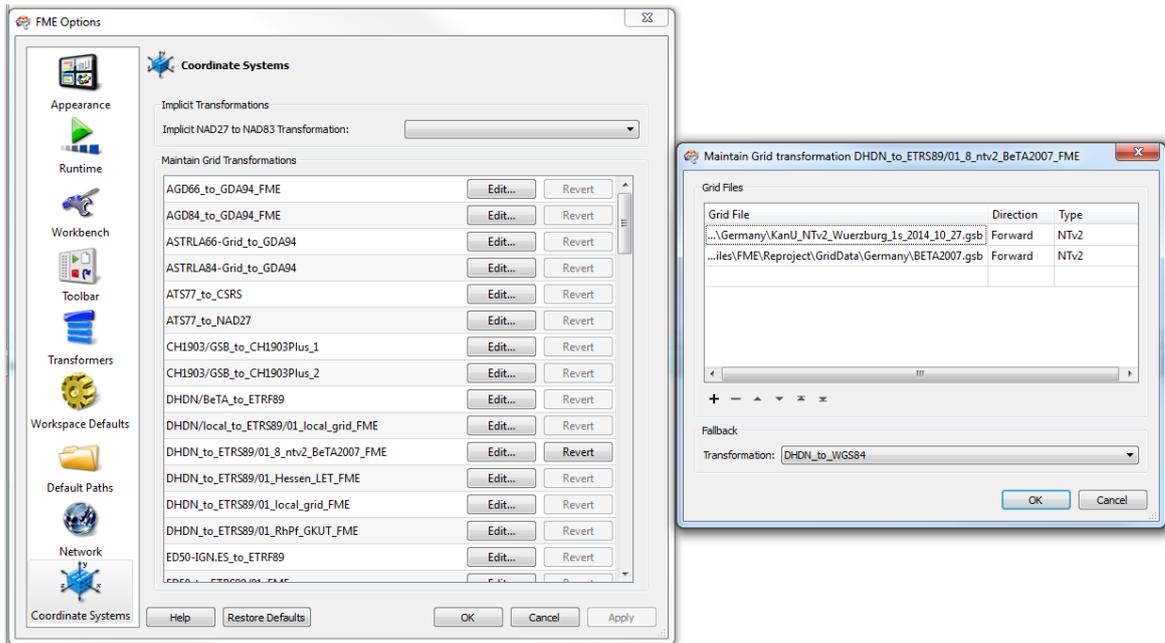


Abbildung 3: Hinzufügen neuer Gitterdateien in FME

Anschließend kann die Transformation, durch Einbinden des Transformators *CsmmapReprojector* in die *Workbench*, erfolgen. Die Einstellungen erfolgen analog der Projektarbeit. Zu beachten ist, dass als Ausgabesystem ein Koordinatensystem mit vorangestellter Zonenkennziffer ausgewählt wird. Dies ist nötig, damit die transformierten Datensätze beim Einlesen in diversen GIS-Lösungen den richtigen Lagebezug darstellen. Ohne führende Zonenkennziffer wären diese um 32.000 Kilometer verschoben. Für die Ausgabe von Flächen und Längen aus den überführten Daten werden zusätzlich die entsprechend benötigten Transformer eingebunden. Diese können in der *Workbench* des entsprechenden Datensatzes eingesehen werden.

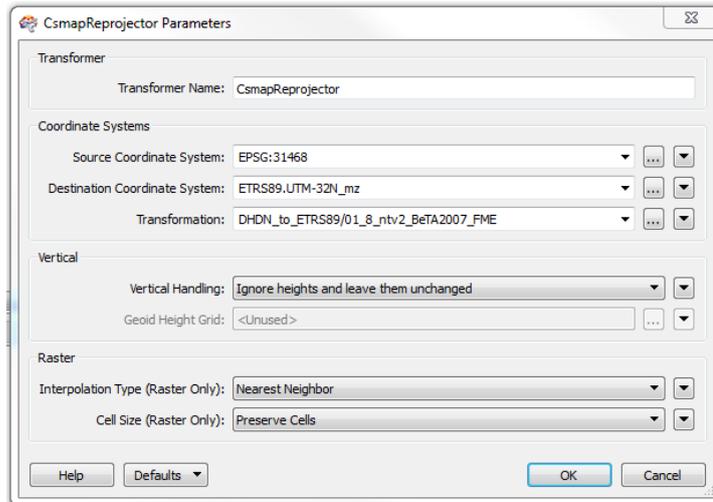


Abbildung 4: Einstellungen für das Transformationstool CsmapReprojector

Bedauerlicherweise ist es nicht möglich eine benutzerdefinierte Transformationsmethode, auf Grundlage der Gitterdatei für den Würzburger Raum, zu definieren. Bei dem Versuch der Transformation - mittels benutzerspezifischer Methode - treten inakzeptable Differenzen auf. Dies ist bei Transformation des Datensatzes der identischen Punkte (mit GPS gemessene GK- und ETRS-Punkte) zu erkennen. Aufgrund dieser Unstimmigkeiten, wird auf den oben aufgeführten Transformationsweg zurückgegriffen. Dieser ist zudem, aufgrund des Zurückgreifens auf die diversen Gitterdateien, die wiederum die entsprechenden Gebiete beinhalten, zu bevorzugen.

Im Zuge der Transformation mit FME wird für die Stadt Würzburg eine *Transformations-Workbench* erstellt. Diese enthält sowohl einen Input als auch Output für alle Datenformate und den für die Transformation benötigten Transformer.

4.2. AutoCAD: Autodesk Civil 3D 2014

Autodesk Civil3D 2014 ist eine weltweit etablierte CAD-Software, die hauptsächlich für Planung, Entwurf und Verwaltung von Infrastruktur-, Erschließungs- oder Hoch- und Tiefbauprojekten verwendet wird. In der

Vermessung kommt die Software beispielsweise bei Planung und Entwurf von Wegen, Straßen und Kanalisation zum Einsatz. Für Versorgungsunternehmen, wie die Mainfranken Netze, bietet diese Software die Grundlage zur Überführung der Fachdatenbestände nach ETRS89/UTM [GOT14, S. 20f].

Ablauf der Transformation

Im Gegensatz zur Projektarbeit wird die Transformation in dieser Arbeit über *MAP-Abfragen* realisiert. Die Voraussetzungen für die Datenüberführung geschehen analog zur Projektarbeit. Zu beachten ist dabei die Ablage der NTV2-Datei in die vorgesehene Ordnerstruktur [GOT14, S. 24].

Zuerst ist die zu transformierende Zeichnung zu öffnen. Dieser wird das Quellkoordinatensystem zugeordnet. Über den Befehl *MAPCSASSIGN* wird der Koordinatensystemkatalog gestartet. Dort wird das Koordinatensystem *DHDN/GK Zone 4 via BeTA2007* der Zeichnung zugewiesen. Dieses Koordinatensystem besagt, dass eine Transformationsmethode stattfindet, die auf Basis einer Rasterinterpolation arbeitet. Mit der Zuweisung des Koordinatensystems *DHDN/GK Zone 4* findet keine korrekte Ausführung der Transformation statt. Die Methode *via BeTA2007* hingegen, greift bei der Datenüberführung auf die Gitterdateien zurück, die sich im voreingestellten Ordner befinden und arbeitet die Dateien schrittweise von oben nach unten ab. Das heißt, die Gitterdatei für den Würzburger Raum ist an erster Stelle abzulegen und die bundesweite Gitterdatei an letzter. Bei der Transformation erkennt Civil3D in welches Gitter die zu transformierenden Punkte fallen. Hierbei wird die Datei, die sich an oberster Stelle befindet, zuerst abgearbeitet, insofern der Geltungsbereich von dieser abgedeckt wird. Ist dies nicht der Fall, wird die nächste Gitterdatei zur Transformation hinzugezogen. Dies geschieht so lange, bis die dazu passende Datei gefunden wurde. Mit dem Befehl *MAPCSCREATE* können die Gitterdateien verwaltet und bei Bedarf ein neues Koordinatensystem bzw. eine neue Transformationsmethode erstellt werden.

Ist das Koordinatensystem zugewiesen, kann die Quellzeichnung geschlossen werden. Zur besseren Übersicht empfiehlt es sich die Datei unter der Endung *GK(4)* abzuspeichern.

Anschließend ist eine neue Zeichnung zu öffnen. In dieser wird zunächst das Koordinatensystem über den Koordinatensystemkatalog zugewiesen. Diesmal nicht Gauß-Krüger, sondern das Zielsystem in das die Daten überführt werden sollen. Da es von Civil3D kein voreingestelltes Koordinatensystem ETRS89/UTM32 mit führender Zonenkennziffer gibt, ist dieses erst einmal anzulegen. Eine simple Methode ist das Koordinatensystem *ETRS89.UTM-32N* zu duplizieren. Nachfolgend wird die Zonenangabe im neuen Koordinatensystem geändert. Dazu wird im Dialog die Projektion *Transversale- Mercator-Projektion* ausgewählt und die Parameter wie folgt abgeändert.

<i>Zentraler Meridian</i>	<i>9°</i>
<i>Fiktiver Hochwert</i>	<i>0</i>
<i>Ausgangsbreitengrad</i>	<i>0</i>
<i>Fiktiver Rechtswert</i>	<i>32.500.000 m</i>
<i>Maßstabsverringernug</i>	<i>0,9996</i>

Tabelle 2: Einstellung Koordinatensystem mit führender Zonenkennziffer

Würden diese Änderungen der Parameter nicht vorgenommen und die transformierten Datenbestände in einem Koordinatensystem ohne voranstehender Zonenkennziffer betrachtet werden, liegen diese, wie bereits unter Punkt 4.1 beschrieben, um den Abstand von 32.000 Kilometer in der Zeichnung verschoben [KOE11].

Im Anschluss findet die Transformation über das *MAP-Aufgabenfenster* statt. Dazu wird der Arbeitsbereich zu *Planung und Analyse* gewechselt. Dort befindet sich unter dem Reiter *Ansicht* das *MAP-Aufgabenfenster*. In diesem wird zunächst die Quellzeichnung angehängt. Das ist über den Reiter *Karten-Explorer*, mittels der Funktion *Zeichnung zuweisen* möglich. Anschließend kann

die Abfrage erfolgen. Bei der Abfrage werden alle Objekte neu gezeichnet und im Zeichnungsfenster in ETRS89/UTM dargestellt. Zu guter Letzt sollte die angehängte Quellzeichnung wieder gelöst werden [HUE14, S. 7ff].

Folgende Ansicht stellt die vorzunehmenden Einstellungen in der *MAP-Abfrage* dar.

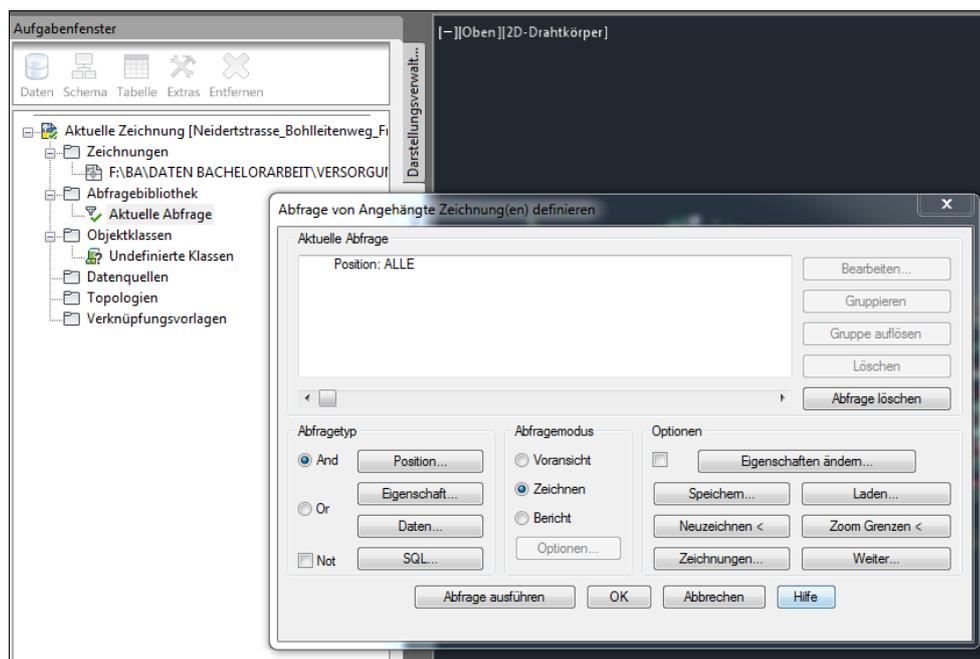


Abbildung 5: MAP Abfragefenster zur Transformation

5. Indikatoren zur Beurteilung der Qualität und Genauigkeit der Transformation

Um die Qualität und die Genauigkeit der überführten Datensätze beurteilen zu können, werden im Vorfeld Indikatoren zur Beurteilung festgelegt. Indikatoren können beispielsweise die Überprüfung von Topologie oder Geometrie sein. Diese Indikatoren werden vorab in einem gemeinsamen Gespräch, mit allen an der Transformation Beteiligten (Stadt Würzburg, Mainfranken Netze und Fachhochschule Würzburg), auf die einzelnen Testdatensätze abgestimmt.

5.1. Testdatensatz Bebauungsplan

Maßgebend für einen Bebauungsplan ist eine Überprüfung dessen Umrings. Ein Bebauungsplan hat die Eigenschaft, dass er *flurstücksscharf* ist. Das bedeutet, der Umring soll mit den beteiligten Flurstücksgrenzen aus dem Liegenschaftskataster zusammenfallen [PZV12, S.421].

Deshalb ist es notwendig, eine räumliche Analyse zwischen dem Umring des Bebauungsplanes und der Grenzen der betroffenen Flurstücke auszuführen. Hierbei werden ausschließlich die Flurstücke zur automatisierten Analyse hinzugezogen, die bereits im alten System übereinstimmen. Allerdings ist es möglich, dass durch Zeichengenauigkeiten oder andere Umstände die Flächen nicht deckend mit den Flurstücken sind. Für diese Flächen werden markante Gebiete ausgewählt, in denen eine manuelle Beurteilung erfolgt.

Des Weiteren soll sich die Flächengröße des transformierten Bebauungsplans nicht weitgehend ändern. Dazu wird eine Flächenanalyse in Gauß-Krüger sowie in UTM durchgeführt. Bei diesem Flächenvergleich ist die jeweilige Abbildungsreduktion der Bezugssysteme zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 5.5.).

Indikator	Anwendung	Anwendungsart	Software
Geometrie (absolut)	Räumliche Positionsabfrage Umring und Flurstücksgrenzen	automatisiert	ArcGIS
Geometrie (relativ)	Flächenanalyse	automatisiert	FME

Tabelle 3: Anwendung der Indikatoren für den B-Plan

5.2. Testdatensatz Jagdreviere

Die qualitative Beurteilung der transformierten Jagdreviere erfolgt ebenfalls anhand eines Flächenvergleichs der einzelnen Jagdreviere. Zudem ist bei den Jagdrevieren zu beachten, dass diese nach der Transformation dieselben Flurstücke beinhalten, wie bereits in GK.

Zusätzlich werden die Jagdreviere, bereits in Gauß-Krüger vorliegend, miteinander verschnitten, um mögliche Überlappungen der Reviere erkennen zu können. Ergänzend erfolgt die Verschneidung in UTM.

Um die Genauigkeit der Lage der überführten Jagdreviere besser beurteilen zu können, werden Teststrecken von den Abständen des Umrings zu nahe liegenden identischen Punkten ermittelt. Als identische Punkte, dienen die Punkte, die aus der Überführung des Liegenschaftskatasters hervorgehen. Diese liegen in Gauß-Krüger, sowie in ETRS89/UTM32 vor. Auch hier erfolgt eine Soll-Analyse in GK und eine Ist-Analyse in UTM.

Indikator	Anwendung	Anwendungsart	Software
Geometrie (relativ)	Flächenanalyse	automatisiert	FME
Geometrie (relativ)	Verschneidung der einzelnen Jagdreviere miteinander	automatisiert	ArcGIS
Geometrie (absolut)	Messung von Teststrecken zu identischen Punkten	automatisiert	ArcGIS
Topologie	Analyse der Flurstücke, die das Jagdrevier beinhaltet	automatisiert	ArcGIS

Tabelle 4: Anwendung der Indikatoren für die Jagdreviere

5.3. Testdatensatz Knoten- und Kantenmodell

Ein wichtiges Kriterium zur Qualitätskontrolle des Knoten- und Kantenmodells der Stadt Würzburg ist die Topologie. Dabei ist zu beachten, dass nach der Transformation alle Knoten ihre zugehörigen Kanten besitzen und kein Leerraum zwischen diesen entstanden ist. Die Analyse erfolgt durch eine automatisierte Überprüfung der Topologie der Knotenpunkte.

Um die relative Genauigkeit der Geometrie beurteilen zu können, werden die Kantenlängen in GK und in UTM miteinander verglichen. Bei diesem Vergleich der Strecken ist die Reduzierung auf die jeweilige Abbildung (GK und UTM) zu beachten (vgl. Kapitel 5.5).

Des Weiteren sind räumliche Analysen notwendig, um eine Aussage zur Lagerichtigkeit der Knotenpunkte treffen zu können. Hierbei wird eine Abfrage von Strecken, ausgehend von den Knotenpunkten bis hin zu den nächstgelegenen Flurstücksgrenzpunkten, ermöglicht.

Indikator	Anwendung	Anwendungsart	Software
Topologie	Räumliche Abfrage zwischen Knoten und Kanten	automatisiert	ArcGIS
Geometrie (relativ)	Analyse der Kantenlängen	automatisiert	FME
Geometrie (absolut)	Analyse von Teststrecken (Knoten- und Flurstücksgrenzpunkte)	automatisiert	ArcGIS

Tabelle 5: Anwendung der Indikatoren für das Knoten- und Kantenmodell

5.4. Testdatensatz Versorgungsleitungen

Bei den Testdatensätzen der Versorgungsleitungen repräsentiert die Topologie eine wichtige Eigenschaft zur Qualitätsbeurteilung. Alle Objekte müssen nach der Datenüberführung lückenlos an die Leitungsendpunkte anschließen.

Ein weiteres Kriterium stellt die Lage der Bemaßung dar. Diese soll stets in einer Flucht mit den Gebäudelinien bzw. in einem 90 Grad Winkel zu den Gebäudeseiten erfolgen.

Zudem wird analog zum Knoten- und Kantenmodell eine Analyse der Gas- Wasser- und Stromleitungen, vor und nach der Transformation, durchgeführt.

Daneben wird überprüft, ob die Geometrie der Gebäude erhalten bleibt. Dazu wird die Rechtwinkligkeit anhand ausgewählter Gebäude vor und nach der Transformation nach UTM analysiert. Zu beachten ist hierbei, dass bis dato noch keine Gebäudedaten in UTM32 nach dem geplanten ORTRA Ansatz vorliegen. Das Projekt für die Gebäudetransformation ist bisher noch nicht zum Abschluss gebracht worden [GLO14]. Daraus ergibt sich, dass die Gebäude mittels NTV2-Methode nach UTM überführt werden. Um Aussagen gegenüber Topologie und Geometrie treffen zu können, wird die Beurteilung anhand des NTV2-Ansatzes

getroffen und ist ein Vorgang, der keine fixe Lösung darstellt. Eine endgültige Beurteilung kann erst nach Abschluss des KanU Projektes und der Transformation aller Gebäude nach UTM erfolgen. Voraussichtlich kann mit Differenzen im Zentimeterbereich gerechnet werden.

Indikator	Anwendung	Anwendungsart	Software
Topologie	Räumliche Analyse zwischen Objekten und Leitungsendpunkten	automatisiert	AutoCAD Civil3D
Geometrie (relativ)	Analyse der Kantenlängen	automatisiert	AutoCAD Civil3D
Geometrie (relativ)	Analyse Lage der Bemaßung	manuell	AutoCAD Civil3D
Geometrie (relativ)	Analyse Rechtwinkligkeit der Gebäude	manuell	AutoCAD Civil3D

Tabelle 6: Anwendung der Indikatoren für die Versorgungsleitungen

5.5. Besonderheit: Anwendung der Abbildungsreduktion

Da es sich bei der GK- sowie der UTM-Abbildung um konforme Zylinderprojektionen handelt, muss bei der Überprüfung der Qualität der Transformation nach ETRS89 die jeweilige Abbildungsreduktion berücksichtigt werden. Im Wesentlichen unterscheiden sich die beiden Systeme durch die unterschiedliche Streifenbreite sowie den Abbildungsfaktor am Hauptmeridian. Die UTM-Abbildung wird auch als Abbildung auf einen Schnittzylinder interpretiert, die GK-Abbildung hingegen als Abbildung auf einen Berührungszylinder. Dies hat zur Folge, dass bei konformen Abbildungen Längenverzerrungen auftreten. Das heißt, die aus den ebenen Koordinaten

berechneten Strecken und Flächen sind aufgrund der Abbildungseigenschaften gegenüber den ellipsoidischen Urbildern verzerrt [HOL14 S.54ff].

Deshalb wird bei der Beurteilung der Transformation eine Strecken- sowie Flächenreduktion in der jeweiligen Abbildung berücksichtigt. Dazu wird ein spezieller Maßstabsfaktor für beide Abbildungssysteme an die zu überprüfenden Strecken und Flächen angebracht.

Da der Abbildungsfaktor für den Hauptmeridian in der Gauß-Krüger Abbildung auf eins festgelegt ist, ergeben sich folgende vereinfachte Formeln für die Reduktion der Strecken und Flächen auf der GK-Ebene.

Streckenreduktion

$$\delta s = s - S = \frac{s}{2 \cdot R^2} * y^2_m \quad (3.4-18) \quad [\text{HOL14, S.83}]$$

Flächenreduktion

$$r_F [m^2] = \frac{y^2 [km^2] * F [m^2]}{R^2 [km^2]} \quad (4.2.3) \quad [\text{VER07, S.46}]$$

Durch die Abbildung auf einen Schnittzylinder in der UTM-Abbildung ergibt sich als Abbildungsfaktor am Hauptmeridian ein verkürzter Maßstabsfaktor von 0,9996. Dieser Maßstabsfaktor muss bei praktischen Anwendungen von Strecken- und Flächenberechnungen berücksichtigt werden. Durch Hinzufügen dieses Maßstabsfaktors ergeben sich folgende Formeln in der UTM-Ebene.

Streckenreduktion

$$\delta s = s - S = s * \left\{ \frac{y^2_m}{2 \cdot R^2} + m_H \right\} \quad (3.4 - 15) \quad [\text{HOL14, S.82}]$$

Flächenreduktion

Abgeleitet aus der Formel zur Reduktion der Fläche in GK ergibt sich folgende Berechnungsweise in UTM.

$$F = \frac{F_K}{m_H^2} * \left(1 - \frac{y^2_m}{R^2} \right) \quad [\text{NRW14}]$$

y_m = mittlere Abstand vom Hauptmeridian

R = Erdradius (6380 km)

m_H = Abweichung m_H von 1 (-0,0004 bei UTM Abbildung, 0 bei GK)

h_m = mittlere (ellipsoidische) Höhe des Messgebietes

s = Strecke im Abbildungssystem

S = ellipsoidische Strecke

F_K = Fläche aus UTM-Koordinaten berechnet

6. Beurteilung der Qualität und Genauigkeit der Transformation

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Transformation nach ETRS89/UTM32, anhand der Indikatoren für die jeweiligen Testdatensätze, verifiziert. Die Indikatoren ergeben sich aus den unter Kapitel 5 aufgelisteten Tabellen der einzelnen Datenbestände. Anlässlich der Beurteilung von Strecken und Flächen ist die Besonderheit der Abbildungsreduktion (vgl. Kapitel 5.5) mit einzubeziehen.

6.1. Testdatensatz Bebauungspläne

Eine Bewertung der Qualität des Testdatensatzes Bebauungsplan Rottenbauer erfolgt lediglich anhand einer Beurteilung der Veränderung in der Geometrie. Hierbei werden Aussagen zur absoluten sowie relativen Genauigkeit der überführten Flächen des B-Plans getroffen.

Geometrie (absolut)

Räumliche Positionsabfrage zwischen Umring und Flurstücksgrenzen

Bei Betrachtungen des vorliegenden Bebauungsplans ist festzustellen, dass die Flächen des B-Plans mit den Flurstücken aus der DFK nicht vollständig übereinstimmen. Diese Unstimmigkeiten sind auf Zeichenungenauigkeiten und den Geltungsbereich des Plans zurückzuführen. Der Geltungsbereich kann beispielsweise in einen Teil der Straße fallen oder Flurstücke werden nur teilweise angeschnitten. Da in allen Flächen geringe Abweichungen zu den Flurstücken festzustellen sind, kann keine automatisierte Abfrage zwischen dem jeweiligen Flächenumring und den betroffenen Flurstücken erfolgen.

Um einen Vergleich der Flächen realisieren zu können, werden zwei markante Gebiete ausgewählt und manuell analysiert. In den Flächen des Bebauungsplans mit den ID's 16 und 28 sind oben aufgeführte Abweichungen besonders gut zu

erkennen. Bei diesen Flächen werden die Abstände des Umrings zu den betroffenen Flurstücksgrenzen analysiert, um eine Aussage gegenüber der Lage in GK und UTM treffen zu können.

Bei diesen Sonderfällen ist zu erkennen, dass die analysierten Strecken in UTM um eine geringe Differenz kürzer ausfallen. Somit verschiebt sich die Lage innerhalb des Bebauungsplans etwas nach Süden. Jedoch liegen die Unterschiede im Bereich



weniger Millimeter, so dass durch diese keine signifikanten Änderungen in der Lage sowie in der Geometrie stattfinden.

Abbildung 6: Streckenanalyse der nicht flurstücksgetreuen Fläche ID 28

Strecke Nr.	GK [m]	UTM [m]	Differenz [mm]
1	10,057	10,049	8
2	10,000	9,992	8
3	10,002	9,993	9
4	10,005	9,998	7
5	10,075	10,067	8
6	10,006	9,998	8
7	9,993	9,985	8
8	2,122	2,121	1
9	2,165	2,163	2

Tabelle 7: Vergleich der nicht flurstücksgetreuen Fläche ID 28, vgl. digitale Anlage

Geometrie (relativ)

Flächenanalyse

Anhand einer automatisierten Ausgabe der Flächengrößen erfolgt eine Analyse, der daraus resultierenden Abweichungen in den Flächen. Dazu werden die Flächen des Bebauungsplans in GK vorliegend sowie nach UTM transformiert betrachtet. Zudem wird die Reduktion in der UTM- bzw. GK-Abbildung für einen praktischen Flächenvergleich angebracht.

Nach Berücksichtigung der Reduktion in der jeweiligen Abbildungsebene ist festzustellen, dass die Differenzen im Bereich weniger Meter liegen - abhängig von der entsprechenden Flächengröße.

Somit ergibt sich die höchste Abweichung, von circa zehn Quadratmetern, in der größten Fläche mit 553.526 m². Bei wesentlich kleineren Flächen liegen die Differenzen bei etwa einem Quadratmeter. Durch Betrachtung des prozentualen Anteils der Flächenveränderung an der entsprechenden Gesamtfläche lässt sich erkennen, dass die Abweichungen deutlich unter 0,1 Prozent liegen.

Diese Unterschiede können als realistisch angesehen werden und ergeben sich durch die minimale Veränderung in den Liniensegmenten der Polygone.

Objekt-ID	Fläche auf GK-Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM-Abbildung reduziert [m ²]	Differenz [m ²]	Differenz prozentual zur Fläche [%]
0	12645,0072	12644,6879	0,3194	0,0025
1	64242,7830	64241,0385	1,7445	0,0027
2	5050,9039	5050,6029	0,3010	0,0060
3	1079,8762	1079,7955	0,0807	0,0075

Tabelle 8: Auszug aus Tabelle 19, Flächenvergleich des Bebauungsplans, vgl. Anhang 3

6.2. Testdatensatz Jagdreviere

Die Analysen im Testdatensatz des Jagdgebietes Würzburg erfolgen mittels Indikatoren, die Veränderungen in der Geometrie sowie Topologie der Fachdaten bewerten. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden in diesem Kapitel aufgeführt.

Geometrie (relativ)

Flächenanalyse

Eine Bewertung der Flächen des Jagdgebietes Würzburg erfolgt, wie bereits unter Kapitel 6.1 Testdatensatz Bebauungsplan, beschrieben.

Nach Berücksichtigung der Flächenreduktion ergeben sich geringe Differenzen - Bezug nehmend auf die Flächengröße: Die Unterschiede liegen bei einem prozentualen Anteil von unter einem Prozent der Gesamtfläche. Somit entsprechen die Ergebnisse annähernd dem Flächenvergleich des Bebauungsplans und haben keinen Einfluss auf eine signifikante Veränderung der Geometrie.

Bezeichnung	Fläche auf GK- Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM- Abbildung reduziert [m ²]	Differenz [m ²]	Differenz prozentual zur Fläche [%]
EJR Schenkentanne	1833025,2385	1833076,8096	-51,5711	-0,0028
EJR Rotkreuzhof	2036277,5428	2036168,7663	108,7764	0,0053
GJR Versbach 1	3934907,0115	3935045,1123	-138,1009	-0,0035

Tabelle 9: Auszug aus Tabelle 20, Flächenvergleich der Jagdreviere, vgl. Anhang 4

Verschneidung der einzelnen Jagdreviere miteinander

Für eine Überprüfung von möglichen Überlappungen der Jagdreviere nach der Transformation muss vorab eine eventuelle Überschneidung der Reviere in Gauß-Krüger überprüft werden.

Durch Verschneiden der Jagdreviere beider Bezugssysteme ineinander ergibt sich folgende aufgeführte Schnittfläche. Zwischen den pachtvertragsfreien Flächen und den Jagdrevieren treten hingegen keinerlei Überlappungen auf.

Revier	Fläche auf GK-Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM-Abbildung reduziert [m ²]	Differenz [cm ²]	Veränderung prozentual zur Gesamtfläche [%]
EJR Schenkentanne / GJR Würzburg	24,3017	24,3072	0,5536	-0,0228

Tabelle 10: Überschneidung der Jagdreviere, vgl. digitaler Anhang

Geometrie (absolut)

Messung von Teststrecken zu IP

Ein weiterer Indikator zur Bewertung der Qualität des überführten Testdatensatzes *Jagdreviere* ist die Messung von Teststrecken zwischen dem gesamten Jagdgebiet bis hin zu nahe liegenden identischen Punkten, die aus der Überführung des Liegenschaftskatasters hervorgehen. Da im näheren Umkreis des Jagdgebietes eine Vielzahl von identischen Punkten vorhanden ist, werden nur diejenigen zur Ermittlung hinzugezogen, die in einem Umkreis von 200 Metern liegen. Daraus ergibt sich bereits eine Anzahl von über 200 Punkten.

Mit Hilfe eines Nachbarschaftsanalyse-Tools werden die kürzesten Entfernungen zwischen den identischen Punkten und dem Polygon des Jagdgebietes

Würzburg gemessen. Da das Polygon eine Fläche darstellt und von Liniensegmenten eingeschlossen ist, wird die Entfernung von einem (identischen) Punkt zum nächstgelegenen Liniensegment ermittelt. Aufgrund dieser Berechnung ergeben sich die kürzesten Entfernungen zwischen beiden Objekten (vgl. folgendes Diagramm Point-Polygon).

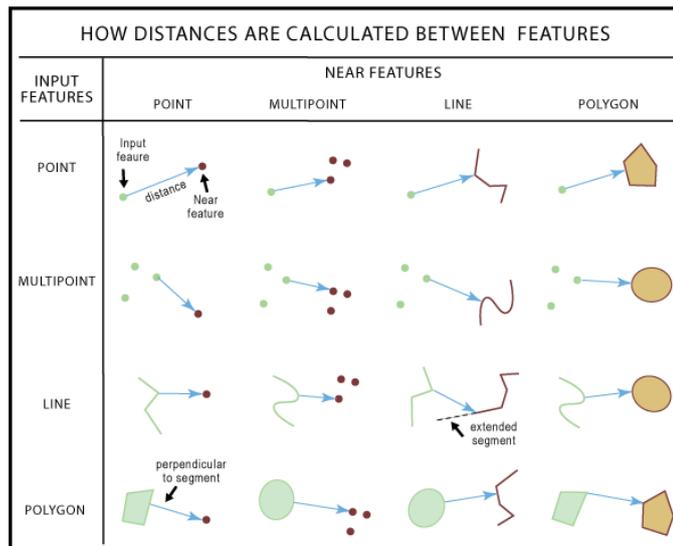


Abbildung 7: Berechnungsgrundlage des Nachbarschaftsanalyse-Tools [ARC15]

Nach Ermittlung der Strecken und Berücksichtigung der Streckenreduktion in beiden Abbildungssystemen ergeben sich minimale Differenzen im Bereich weniger Zentimeter abhängig von der Streckenlänge. Die Veränderung nach der Transformation liegt hier ebenfalls weit unter einem Prozent. Bei weiteren Messungen von Teststrecken hin zu weiter entfernt liegenden identischen Punkten, kann mit gleichbleibender Veränderung in den Strecken gerechnet werden.

FID	Entfernung auf GK-Abbildung reduziert [m]	Entfernung auf UTM-Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung Prozentual zur Gesamtstrecke [%]
570	5,6035	5,6002	0,0032	0,0577
571	29,1800	29,1717	0,0083	0,0286
572	35,1470	35,1523	-0,0053	-0,0151
573	124,8084	124,8215	-0,0131	-0,0105
574	74,4407	74,3691	0,0716	0,0961

Tabelle 11: Auszug aus Tabelle 21, Streckenvergleich Jagdreviere, vgl. Anhang 5

Topologie

Analyse der Flurstücke

Um eine Aussage in Bezug auf Qualität der Topologie nach der Überführung in UTM32 treffen zu können, erfolgt eine automatisierte Ausgabe aller Flurstücke die im gesamten Jagdgebiet Würzburg, sowohl in Gauß-Krüger als auch in UTM, enthalten sind. Dabei ist festzustellen, dass das Jagdgebiet nach der Transformation deutlich mehr Flurstücke enthält als zuvor in GK. Dies resultiert daraus, dass sich die Flächengrößen der einzelnen Jagdgebiete in geringem Umfang vergrößern und somit auch der Umring des gesamten Jagdgebietes. Aufgrund von Überlappungen im Bereich weniger Millimeter fallen Flurstücke, die an der Grenze des Umring liegen, nach der Transformation mit in das Jagdgebiet.

Hinsichtlich solcher Fälle summiert sich die Anzahl der betroffenen Flurstücke im neuen Bezugssystem.

	Gauß-Krüger	UTM32	Differenz
Anzahl Flurstücke	44663	44780	117

Tabelle 12: Anzahl der im Jagdgebiet liegenden Flurstücke, vgl. digitaler Anhang

Beispielsweise enthält das Jagdgebiet GRJ Versbach 2 nach der Transformation das angrenzende Flurstück 415/2 (Gemarkung 090676), da es dieses um etwa drei bis fünf Millimeter überlappt.

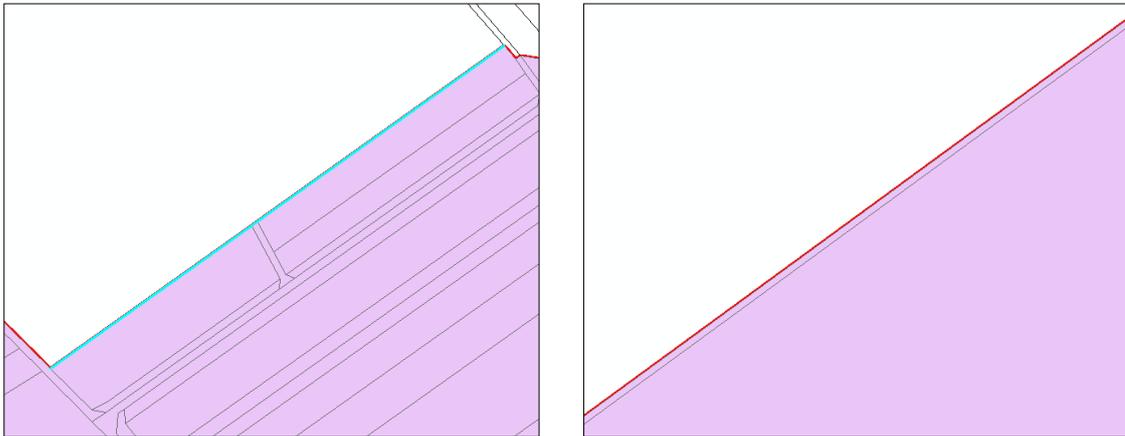


Abbildung 8: Überlappung zum Flurstück 415/2 mit Detailansicht

6.3. Testdatensatz Knoten- und Kantenmodell

Im folgenden Kapitel werden die unter Kapitel 5.3 festgelegten Indikatoren hinzugezogen, um Aussagen gegenüber der nach UTM transformierten Fachdaten treffen zu können. Die Qualität und Genauigkeit wird anhand der Topologie sowie der Geometrie beurteilt.

Topologie

Räumliche Abfrage zwischen Knoten und Kanten

Durch eine räumliche Abfrage wird analysiert, ob alle Kanten ihre zugehörigen Knoten berühren – und umgekehrt. Diese Abfrage wird anhand einer automatisierten lagebezogenen Auswahl sowie mittels Prüfung einer Topologie-Beziehung zwischen den Objekten ausgeführt. Daraus folgend ist zu erkennen, dass nach der Transformation keinerlei Abweichungen oder Verzerrungen in der Topologie entstanden sind. Es liegt bereits in GK ein Knotenpunkt ohne

Kantenzugehörigkeit vor, der auch nach der Transformation keine Kante besitzt. Alle weiteren Knoten berühren ihre dazugehörigen Kanten, bzw. alle Kanten berühren ihre zugehörigen Knotenpunkte. Es entstehen keinerlei Leerräume zwischen den Objekten.

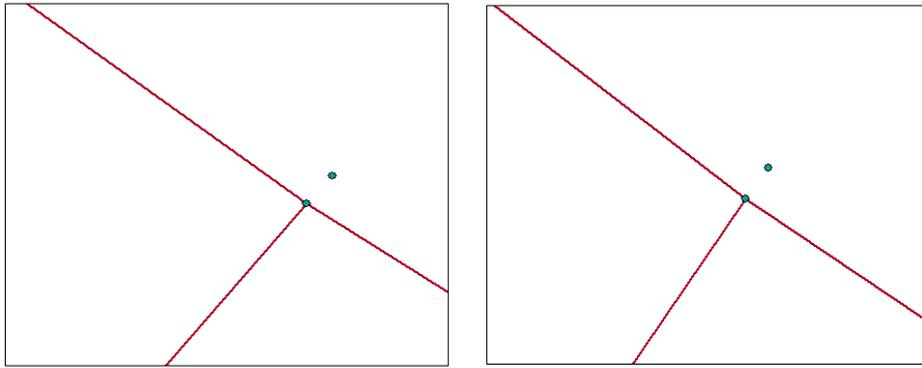


Abbildung 9: Ausnahme Knotenpunkt 43555421083 in GK (links) und UTM (rechts)

Maßstab 1:1

Geometrie (relativ)

Analyse der Kantenlängen

Auf Grundlage einer automatisierten Ausgabe der Kantenlängen erfolgt eine Analyse der daraus resultierenden Differenzen in den Kantenlängen. Dazu werden die Kantenlängen in GK vorliegend sowie nach UTM transformiert betrachtet. Zudem werden die Reduktionen der UTM- bzw. GK-Abbildung für einen praktischen Streckenvergleich angebracht.

Nach Berücksichtigung der Streckenreduktion ist festzustellen, dass sich Differenzen von wenigen Zentimetern ergeben. Diese liegen im Bereich von unter einem bis hin zu maximal zehn Zentimetern - abhängig von der Streckenlänge. Daraus ergibt sich, dass die berechnete Differenz zur Gesamtlänge in allen Strecken unter 0,1 Prozent liegt und sich daraus keine wesentlichen Veränderungen in den Kanten nach der Transformation ergeben.

FID	Straße	Von Knoten	Zu Knoten	Länge auf GK Abbildung reduziert [m]	Länge auf UTM Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Differenz prozentual zur Gesamtlänge [%]
0	B19	43 555 421 043	43 555 421 052	117,5755	117,5719	0,0036	0,0030
1	B19	43 555 421 052	43 555 421 030	157,6138	157,6018	0,0119	0,0076
2	B19	43 555 421 062	43 555 421 030	289,6423	289,6217	0,0206	0,0071
3	B19	43 555 421 025	43 555 421 040	229,0956	229,1104	-0,0149	-0,0065
4	B19	43 555 421 040	43 555 421 057	132,4596	132,4662	-0,0066	-0,0049

Tabelle 13: Auszug aus Tabelle 22, Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells, vgl. Anhang 6

Analyse von Teststrecken zu nächstgelegenen Punkten

Um eine Aussage zur Lagerichtigkeit der Knotenpunkte treffen zu können, werden wie unter Kapitel 5.3 erläutert, Teststrecken von den Knotenpunkten zu umliegenden Flurstücksgrenzpunkten gemessen. Da das Knoten- und Kantenmodell eine Vielzahl von Knoten umfasst, werden Knotenpunkte ausgewählt, die in die festgelegten Testgebiete (Stadtteil Zellerau und Frauenland) fallen. Von diesen Knotenpunkten aus werden die kürzesten Entfernungen zu den umliegenden Flurstücksgrenzpunkten aus dem Liegenschaftskataster ermittelt. Um das Testgebiet etwas einzugrenzen, werden Objekte in einem Umkreis von 500 Meter, ausgehend vom Zentrum des entsprechenden Bereiches, zur Analyse hinzugezogen.

Die Berechnung der Strecken erfolgt, wie bereits unter Kapitel 6.2 (Teststrecken Jagdreviere – identische Punkte) beschrieben, mit Hilfe eines Nachbarschaftsanalyse-Tools. Jedoch erfolgt hier die Ermittlung der kürzesten Entfernungen von Punkt zu Punktobjekt (vgl. Abbildung 7).

Nach Analyse der Strecken ist festzustellen, dass sich die Veränderungen ebenfalls im Bereich weniger Zentimeter, abhängig von der Streckenlänge

bewegen. Bei der prozentualen Veränderung zur Gesamtstrecke lässt sich erkennen, dass diese bei allen getesteten Datensätzen etwa im gleichen Bereich liegt.

IN_FID	NEAR_FID	Entfernung auf GK Abbildung reduziert [m]	Entfernung auf UTM-Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung Prozentual zur Gesamtstrecke [%]
760	673	6,4014	6,3648	0,0366	0,5719
761	671	10,3178	10,2910	0,0268	0,2598
762	670	1,5806	1,5660	0,0146	0,9251
763	664	17,0037	16,9295	0,0741	0,4361
764	664	13,9435	13,9737	-0,0302	-0,2169

Tabelle 14: Auszug aus Tabelle 23, Vergleich der Teststrecken im Knoten- und Kantenmodell, Bereich Neidertstraße, vgl. Anhang 7

6.4. Testdatensatz Versorgungsleitungen

Das folgende Kapitel beinhaltet Aussagen zur Genauigkeit und Qualität des Testdatensatzes Versorgungsleitungen nach der Transformation. Die Beurteilungen werden mithilfe der unter Kapitel 5.4. aufgelisteten Indikatoren getroffen. Für die Analysen, in Bezug auf Bemaßung sowie den Erhalt der Gebäude, werden stichpunktartig Objekte gewählt, die innerhalb eines inhomogenen Bereiches des Testgebietes liegen. Die Differenzvektoren liegen hier bei einer Größe von über zehn bis hin zu 20 Zentimetern.

Topologie

Räumliche Analyse zwischen Objekten und Leitungsendpunkten

Bereits durch manuelles Analysieren der Zeichnung ist auf den ersten Blick zu erkennen, dass sich die Lage der Leitungsendpunkte nicht verändert. Jedoch wird mittels einer Topologie-Abfrage automatisiert überprüft, ob nach der Datenüberführung alle Leitungsendpunkte ihre zugehörigen Leitungen berühren – und umgekehrt.

Hierfür wird die Topologie anhand einer Map-Abfrage analysiert. Dazu muss eine Topologie erstellt werden, die die abzufragenden Objekte enthält (Hausanschlüsse, Kabelverteiler, etc.). Anschließend kann die Abfrage der erstellten Topologie durch eine Pufferanalyse realisiert werden.

Dabei ist zu erkennen, dass in der Zeichnung in UTM vorliegend, keinerlei Verfälschungen in der Topologie entstehen. Alle Leitungsendpunkte liegen direkt anschließend an die zugehörigen Leitungen. Daraus folgt, dass zwischen den Objekten keine Leerräume entstanden sind und die Zeichnungen unverändert in UTM vorliegen.

Bei Gegenüberstellung der transformierten Datensätze mit AutoCAD Civil 3D und FME stellt sich heraus, dass durch Transformation mit FME die Block-Attribute verloren gehen. Daraus folgt, dass zunächst aus den Leitungsendpunkten Block-Attribute erstellt werden müssen, um eine Topologieabfrage realisieren zu können. Dennoch ist zu erkennen, dass zwischen beiden Datensätzen keine Veränderungen in der Topologie bestehen. Demzufolge steht fest, dass auch nach der Datenüberführung mit FME keine Lücken zwischen den Objekten entstehen.

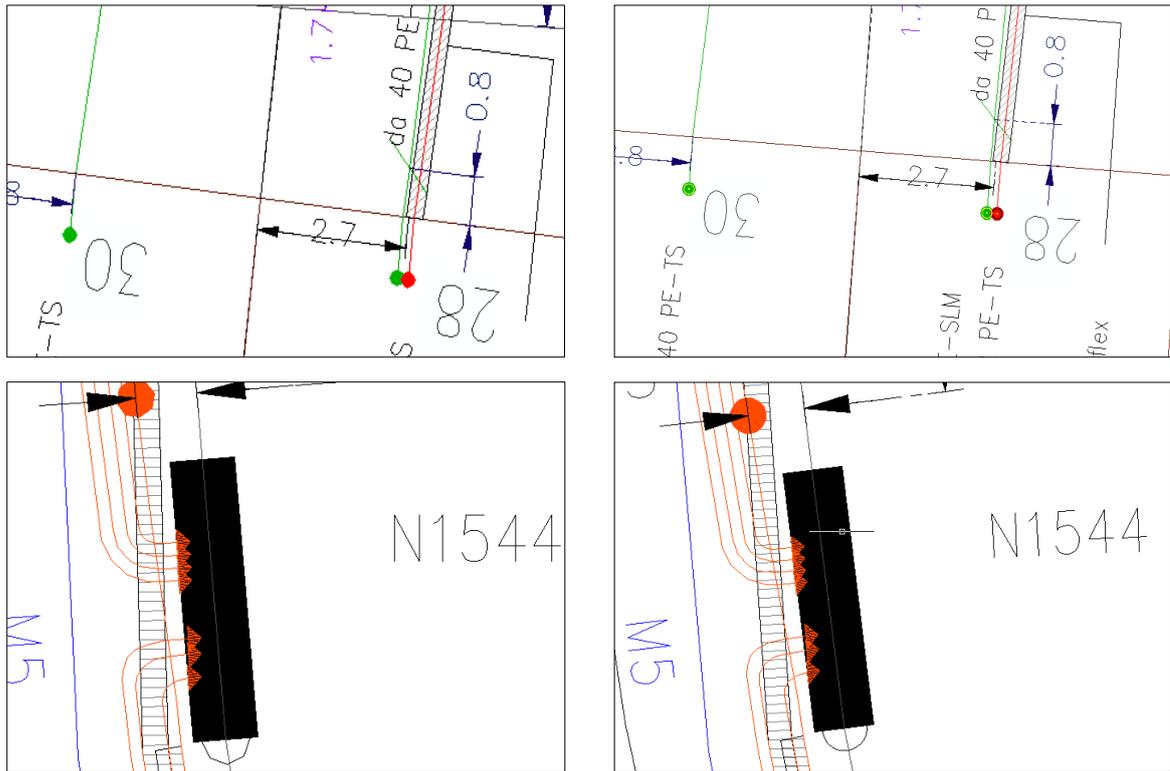


Abbildung 10: Vergleich der Topologie im Gas-Wasser und Stromnetz
Neidertstraße/Frankfurterstraße

(links GK/rechts UTM)

Des Weiteren ist festzustellen, dass nach Transformation mittels AutoCAD Civil 3D Linientypen verändert in der Zeichnung in UTM32 dargestellt werden. Beispielsweise wird eine vorher gestrichelte Linie mit dem Linientyp 5_5 nach der Transformation als eine durchgezogene Linie desselben Linientyps dargestellt. Bei der Datenüberführung mittels FME ist dies nicht der Fall. Die Linie behält ihren gestrichelten Linientyp.

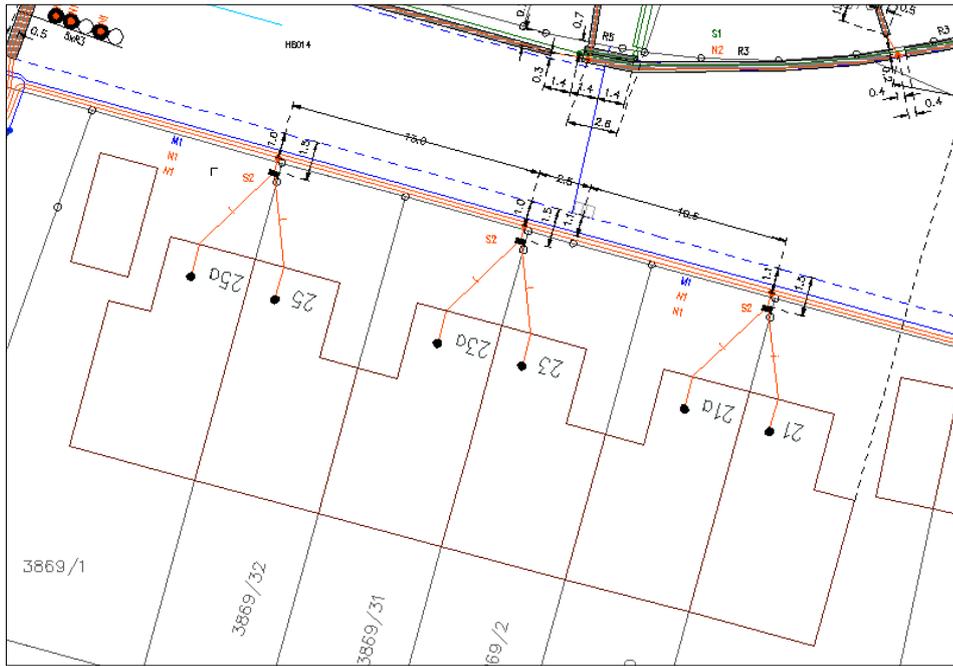


Abbildung 11: Darstellung der Topologie Stromnetz im inhomogenen Bereich Zweierweg in Gauß-Krüger

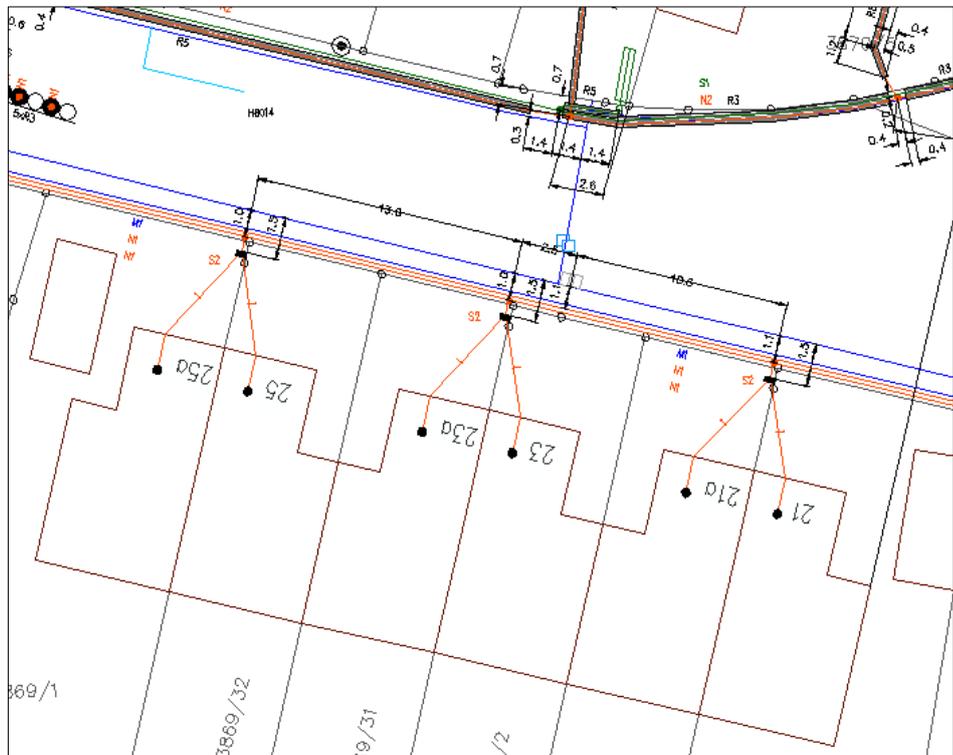


Abbildung 12: Darstellung der Topologie nach der Transformation mittels AutoCAD Civil 3D, Stromnetz im inhomogenen Bereich Zweierweg in ETRS89/UTM32

Geometrie (relativ)

Analyse der Kantenlängen

Die Beurteilung der Streckenlängen der Leitungen erfolgt anhand einer automatisierten Ausgabe. Da für die Berechnung der Streckenreduktion jedoch ein Bezug zu den Koordinaten erforderlich ist, werden bestimmte Strecken im Bereich der inhomogenen Testgebiete sowie ihre dazugehörigen Scheitelpunktkoordinaten ausgewählt und verglichen. Zudem arbeitet AutoCAD Civil 3D auf Grundlage einer globalen Transformation. Dies setzt voraus, dass bereits beim Vergleich einer Streckenlänge in GK und UTM eine Vorhersage für die Veränderung getroffen werden kann, da sich alle Strecken im gleichen Verhältnis zueinander ändern werden.

Daraus resultieren Veränderungen im Bereich von unter einem Zentimeter bis hin zu wenigen Zentimetern, abhängig von der Gesamtlänge. Hieraus ergibt sich eine annähernd gleichbleibende Veränderung aller Strecken von weit unter einem Prozent.

lfd Nr.	zu Hausnr.	Strecke auf GK-Abbildung reduziert [m]	Strecke auf UTM-Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung prozentual zur Gesamtstrecke [%]
12	38	12,9540	12,9565	-0,0025	-0,0197
8	40	13,0579	13,0606	-0,0026	-0,0200
7	38	13,2420	13,2446	-0,0026	-0,0199
10	28-34	70,9112	70,9217	-0,0105	-0,0148
3	28-34	72,1805	72,1912	-0,0106	-0,0147

Tabelle 15: Auszug aus Tabelle 24, Vergleich der Streckenlängen im inhomogenen Bereich Neidertstraße (Gas-Wasser-Netz), vgl. Anhang 8

Da der Testdatensatz zusätzlich mit der Software FME nach UTM32 überführt wird, werden die Ergebnisse beider Programme gegenübergestellt. Hieraus ist zu erkennen, dass kaum bis gar keine Differenzen in beiden Testgebieten

auftreten. Es ergeben sich lediglich Differenzen im Bereich von unter einem Millimeter, die auf unterschiedliche Nachkommastellen in den Koordinaten zurückzuführen sind.

lfd Nr.	zu Hausnr.	Strecke auf UTM-Abbildung reduziert [m] Civil 3D	Strecke auf UTM-Abbildung reduziert [m] UTM	Differenz [mm]
12	38	12,9565	12,9562	0,3001
8	40	13,0606	13,0606	0,0000
7	38	13,2446	13,2447	-0,1000
10	28-34	70,9217	70,9221	-0,4001
3	28-34	72,1912	72,1910	0,2001

Tabelle 16: Auszug aus Tabelle 25, Gegenüberstellung der Streckenlängen Civil3D - FME, Bereich Neidertstraße vgl. Anhang 9

Analyse Lage der Bemaßung

Wie bereits in der Einleitung dieses Unterkapitels erwähnt, werden zur Bewertung der Lage der Bemaßung vereinzelte Objekte gewählt, die im Bereich der größten Differenzvektoren des betrachteten Gebietes liegen.

Die Beurteilungen werden anhand des Gas-, Wasser-, sowie Stromnetzes des Bereiches Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße und des Gas-, Wassernetzes des Testgebietes Getrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg vorgenommen. Die Zeichnung des Stromnetzes im Bereich Zweierweg wird auf Grund kaum vorhandener Bemaßung im inhomogenen Bereich vernachlässigt.

Durch Abgreifen der Winkel von den Bemaßungslinien bis hin zu den Gebäudeseiten lassen sich kaum Differenzen zwischen Gauß-Krüger und UTM32 erkennen. Die Unterschiede in den Winkeln belaufen sich in allen

untersuchten Zeichnungen auf unter ein Grad und sind in der Praxis kaum zu erkennen.

Daraus folgt, dass auch nach Transformation die Bemaßungen noch in den Fluchten zu den Gebäuden liegen oder in einem 90 Grad Winkel zu den Gebäudeseiten verlaufen.

Darüber hinaus ergeben sich bei Analyse von Stichproben von Zeichnungen mit FME transformiert, kaum bzw. keine Differenzen in der Lage der Bemaßung. Somit verändert sich die Bemaßung weder mit Civil3D noch mit FME nach UTM32 überführt.

Flst.	zu Hausnr.	Bemaßung von Gebäude zu Hausanschlussleitung [Grad]					
		im rechten Winkel			in der Flucht liegend		
		GK	UTM	Differenz	GK	UTM	Differenz
507/16	28	89,8815	89,882	-0,0005	179,9159	179,9163	-0,0004
507/15	30	90,3275	90,3114	0,0161	179,9978	179,9975	0,0003
507/14	32	90,2697	90,2755	-0,0058	179,9911	179,9904	0,0007

Tabelle 17: Auszug aus Tabelle 28, Beurteilung der Bemaßung Stromnetz Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neiderstraße, vgl. Anhang 12

Analyse der Rechtwinkligkeit der Gebäude

Des Weiteren wird die Geometrie der Gebäudegrundrisse vor und nach der Datenüberführung analysiert. Da die Gebäudegrundrisse aus der digitalen Flurkarte in die Zeichnungen eingefügt werden, wird die Analyse anhand einer ausgewählten Zeichnung durchgeführt. Die Gebäudegrundrisse sind in beiden Versorgungsnetzen als identisch anzusehen.

Die untersuchten Gebäude liegen, wie oben beschrieben, in Bereichen der Zeichnung in denen die Netzspannungen in Gauß-Krüger sehr ausgeprägt sind. Jedoch hat dies keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Transformation. Durch Abmessen der Winkel zwischen den Gebäudeseiten lässt sich erkennen, dass

die Gebäudegrundrisse nicht verzerrt werden. Die Differenzen zwischen GK und UTM belaufen sich in den untersuchten Gebieten auf unter einem Grad.

Zudem ist festzustellen, dass die Gebäudegrundrisse nach Transformation mit FME identisch mit den Datenbeständen nach Civil3D sind. Dazu werden Stichproben von Gebäudewinkeln in beiden Zeichnungen entnommen.

Flst.	Zu Hausnr.	Abgriff der Rechtwinkligkeit der Häuser [Grad]		
		GK	UTM	Differenz
507/16	28	89,8816	89,8818	-0,0002
507/15	30	89,9204	89,9215	-0,0011
507/14	32	89,2087	89,2064	0,0023

Tabelle 18: Auszug aus Tabelle 31, Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude im inhomogenen Bereich Neidertstraße, vgl. Anhang 14

7. Fazit

Zusammenfassend lässt sich mit den erhobenen Daten eine klare Aussage für die Güte der Transformation mittels NTv2-Methode festlegen. Obwohl im Testgebiet Würzburg verhältnismäßig große Netzspannungen in Gauß-Krüger vorliegen, haben diese in den getesteten Bereichen nur geringen Einfluss auf die Qualität der Datenüberführung nach UTM.

Bei allen getesteten Fachdaten ergeben sich annähernd gleich geringe Abweichungen in der Geometrie. Die Abweichungen in Strecken- sowie Flächenveränderungen belaufen sich in etwa auf unter einem Prozent am Anteil der entsprechenden Länge und Größe des ursprünglichen Datensatzes. Daraus lässt sich erkennen, dass die Transformation global arbeitet und sich alle Datensätze im gleichen Verhältnis zueinander ändern.

Des Weiteren ergeben sich minimale Veränderungen in der Geometrie der Gebäudegrundrisse als auch in den Bemaßungen, die in einem vernachlässigbaren Bereich liegen. Jedoch ist gesondert darauf hinzuweisen, dass die Güte der Gebäudegrundrisse nach Abschluss des Projektes KanU nochmals betrachtet werden sollte. Die Gebäudedaten werden in dieser Arbeit mit der NTv2-Methode und nicht mit dem für das Kataster festgelegten ORTRA-Ansatz überführt. Es ist durchaus möglich, dass sich Differenzen zu den hier getroffenen Aussagen der Gebäudebeurteilungen ergeben (vgl. Kapitel 5.4.).

Ebenfalls wird die Topologie der Datensätze nach der Datenüberführung nicht beeinträchtigt. Dies lässt sich besonders am Testdatensatz Knoten- und Kantenmodell sowie den Versorgungsleitungen feststellen. Es ergeben sich keine Lücken zwischen Knoten und Kanten sowie zwischen Leitungsendpunkten und Leitungen.

Die Datenüberführung mit AutoCAD Civil3D und FME liefert nahezu identische Ergebnisse. Dies ist besonders gut anhand der Indikatoren des Testdatensatzes Versorgungsleitungen festzustellen.

Darüber hinaus ist zu erkennen, dass beide getesteten Softwaresysteme eine schnelle und sichere Überführung der Fachdaten gewährleisten. In beiden Systemen ist die Gitterdatei für den Würzburger Raum auf einem unkomplizierten Weg in diverse Transformationsmethoden einzubinden. Die Datenüberführung mit FME als auch mit AutoCAD Civil3D (MAP) lässt sich einfach verwirklichen und es treten keine Fehler während und nach der Transformation auf.

Somit ergeben sich in allen Testdatensätzen geringe Differenzen zwischen Gauß-Krüger und ETRS89/UTM32, die keine Auswirkungen auf eine signifikante Veränderung in den Objekten zeigen. Anhand der prozentualen Änderungen zu den ursprünglichen Daten lässt sich ein gleichbleibendes Schema in der Datenveränderung nach UTM erkennen. Die Resultate lassen sich mit den geforderten Genauigkeiten für die Transformation vereinbaren.

Alles in allem ist NTV2 ein geschickter Ansatz zur Überführung der Fachdaten für die Kunden der bayerischen Vermessungsverwaltungen und kann für die Zukunft eine fundierte Basis der Datenüberführung mit verschiedenen GIS sowie CAD Programmen bieten.

Anhang 1

Übersicht Differenzvektoren Zweierweg, Getrud-von-le-Fort-Straße, Würzburg

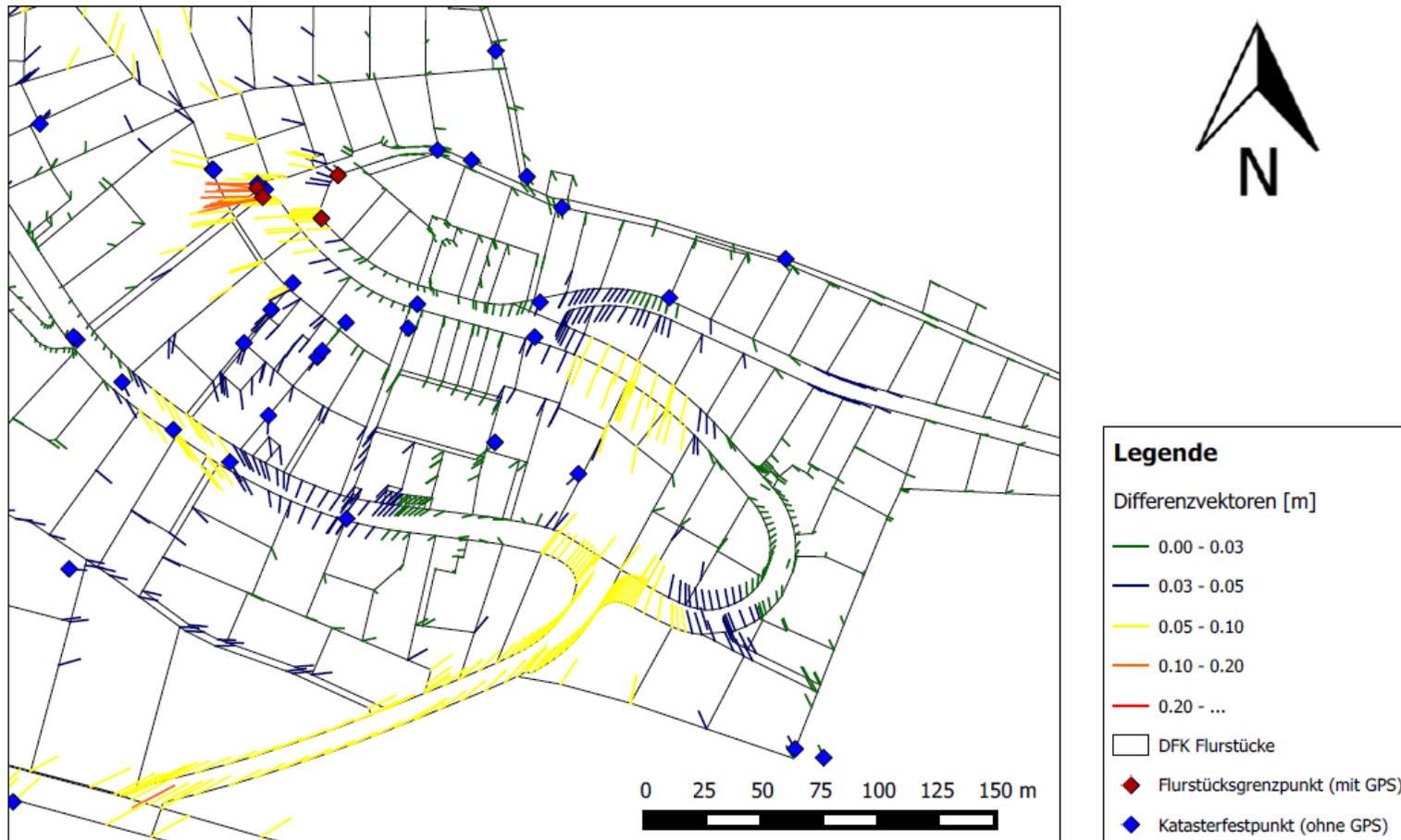


Abbildung 13: Differenzvektoren im Bereich, Zweierweg/Getrud-von-le-Fort-Straße, Würzburg

Anhang 2

Übersicht Differenzvektoren Neidertstraße, Bohlleitenweg, Frankfurterstraße, Würzburg

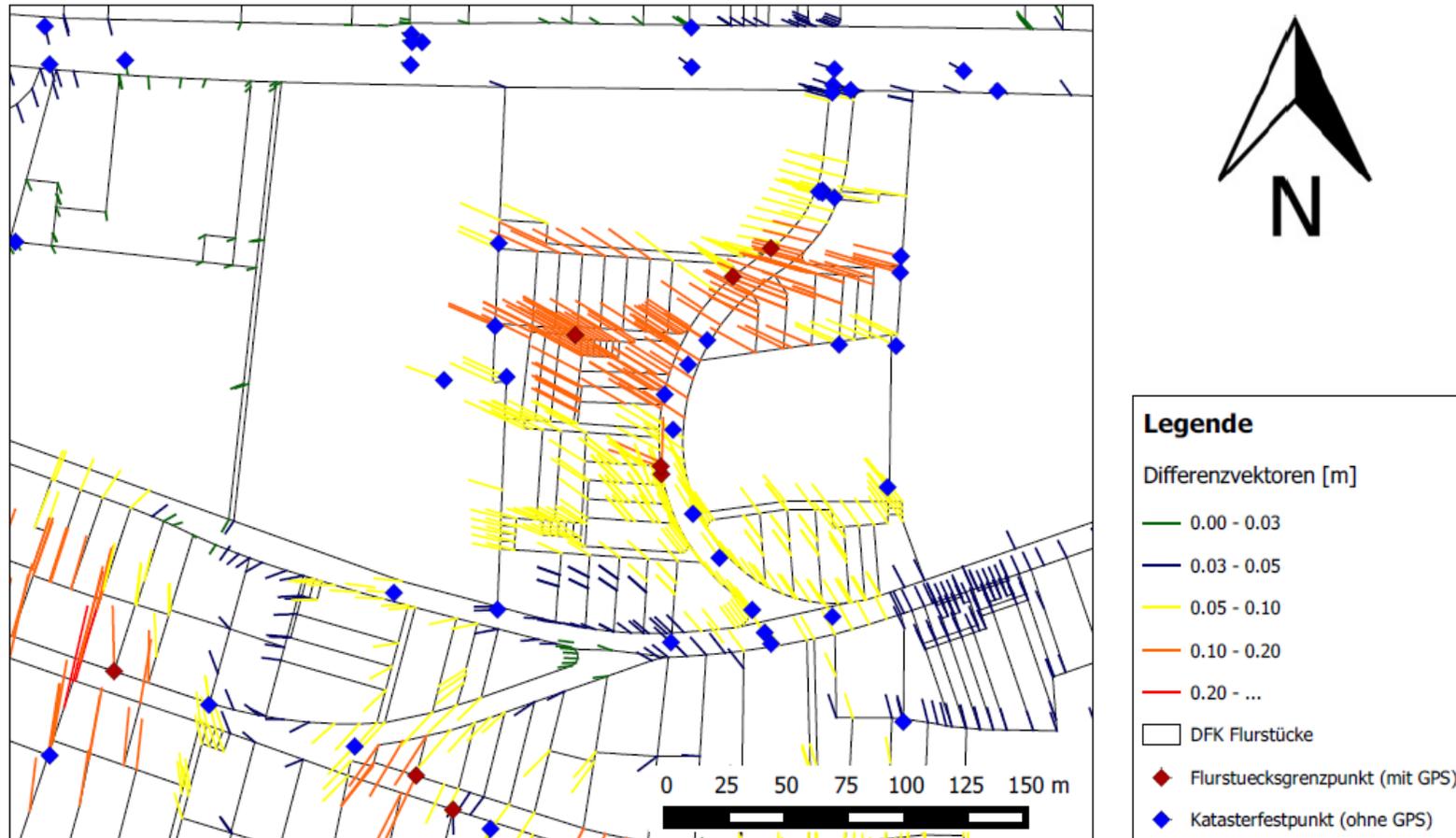


Abbildung 14: Differenzvektoren im Bereich Neidertstraße/ Bohlleitenweg/Frankfurterstraße

Anhang 3: Flächenvergleich Bebauungsplan

Objekt-ID	Fläche auf GK- Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM- Abbildung reduziert [m ²]	Differenz [m ²]	Differenz prozentual zur Fläche [%]
0	12645,0072	12644,6879	0,3194	0,0025
1	64242,7830	64241,0385	1,7445	0,0027
2	5050,9039	5050,6029	0,3010	0,0060
3	1079,8762	1079,7955	0,0807	0,0075
4	580,9851	580,9846	0,0005	0,0001
5	1415,6508	1415,5523	0,0985	0,0070
6	6258,3799	6258,0377	0,3421	0,0055
7	5907,2405	5907,2636	-0,0231	-0,0004
8	27619,6209	27618,1871	1,4338	0,0052
9	5276,1107	5275,8306	0,2802	0,0053
10	12336,5296	12336,2163	0,3134	0,0025
11	12678,1098	12677,5913	0,5186	0,0041
12	565,7649	565,7208	0,0441	0,0078

Tabelle 19: Flächenvergleich Bebauungsplan

Fortsetzung von Anhang 3

Objekt-ID	Fläche auf GK- Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM- Abbildung reduziert [m ²]	Differenz [m ²]	Differenz prozentual zur Fläche [%]
13	26616,5190	26615,2181	1,3008	0,0049
14	30188,7786	30187,5405	1,2382	0,0041
15	6657,0879	6656,8495	0,2383	0,0036
16	41590,0296	41589,9359	0,0937	0,0002
17	28187,5150	28186,7359	0,7790	0,0028
18	14241,5908	14241,0108	0,5800	0,0041
19	2040,4444	2040,4939	-0,0496	-0,0024
20	9874,7745	9874,5206	0,2538	0,0026
21	553233,8774	553223,2520	10,6254	0,0019
22	19412,3822	19411,9202	0,4620	0,0024
23	21473,7739	21473,1549	0,6190	0,0029
24	39887,7614	39887,0355	0,7259	0,0018
25	9559,9784	9559,5438	0,4345	0,0045

Tabelle 19a: Fortsetzung Flächenvergleich Bebauungsplan

Fortsetzung von Anhang 3

Objekt-ID	Fläche auf GK- Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM- Abbildung reduziert [m ²]	Differenz [m ²]	Differenz prozentual zur Fläche [%]
26	50624,7410	50622,5798	2,1612	0,0043
27	2542,7028	2542,6248	0,0780	0,0031
28	8773,1148	8772,8394	0,2754	0,0031
29	21208,6769	21207,6001	1,0768	0,0051
30	19226,0349	19225,4326	0,6023	0,0031

Tabelle 19b: Fortsetzung Flächenvergleich Bebauungsplan

Anhang 4: Flächenvergleich Jagdreviere

Bezeichnung	Fläche auf GK-Abbildung reduziert [m ²]	Fläche auf UTM-Abbildung reduziert	Differenz [m ²]	Differenz prozentual zur Fläche [%]
EJR Schenkentanne	1833025,2385	1833076,8096	-51,5711	-0,0028
EJR Rotkreuzhof	2036277,5428	2036168,7663	108,7764	0,0053
GJR Versbach 1	3934907,0115	3935045,1123	-138,1009	-0,0035
GJR Versbach 2	4770504,1841	4770443,8552	60,3289	0,0013
GJR Rottenbauer	5484341,8361	5484193,9347	147,9013	0,0027
EJR Stadtwald	6743307,5005	6743232,5114	74,9891	0,0011
EJR Mühlтанne	1225603,6841	1225629,8464	-26,1622	-0,0021
GJR Lengfeld	6359738,6811	6359688,2230	50,4581	0,0008
GJR Würzburg 2	22338323,1063	22338494,9425	-171,8362	-0,0008
GJR Würzburg 1	15111441,9800	15111230,3333	211,6468	0,0014
GJR Würzburg 3	17122400,6302	17122293,8319	106,7983	0,0006
Pachtvertragsfreie Fläche 1	218459,4042	218456,9997	2,4045	0,0011
Pachtvertragsfreie Fläche 2	17319,0637	17326,4346	-7,3708	-0,0426
Pachtvertragsfreie Fläche 3	101879,4832	101873,7229	5,7603	0,0057
Pachtvertragsfreie Fläche 4	236397,4129	236352,2178	45,1950	0,0191

Tabelle 20: Flächenvergleich Jagdreviere

Anhang 5: Vergleich der Teststrecken Jagdrevier – identische Punkte

FID	Entfernung auf GK Abbildung reduziert [m]	Entfernung auf UTM-Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung Prozentual zur Gesamtstrecke [%]
570	5,6035	5,6002	0,0032	0,0577
571	29,1800	29,1717	0,0083	0,0286
572	35,1470	35,1523	-0,0053	-0,0151
573	124,8084	124,8215	-0,0131	-0,0105
574	74,4407	74,3691	0,0716	0,0961
575	56,9464	56,9259	0,0205	0,0360
576	76,4881	76,4420	0,0461	0,0602
635	177,8673	177,8960	-0,0287	-0,0161
636	141,6003	141,6346	-0,0343	-0,0242
637	127,7273	127,7565	-0,0292	-0,0229
638	198,3698	198,4083	-0,0385	-0,0194
641	183,0369	183,0557	-0,0188	-0,0103
667	102,1445	102,2126	-0,0681	-0,0667
668	147,0753	147,1151	-0,0399	-0,0271

Tabelle 21: Auszug aus dem Vergleich der Teststrecken Jagdrevier - identische Punkte

Fortsetzung von Anhang 5

FID	Entfernung auf GK Abbildung reduziert [m]	Entfernung auf UTM-Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung Prozentual zur Gesamtstrecke [%]
669	6,1990	6,2009	-0,0018	-0,0293
670	52,5532	52,5730	-0,0198	-0,0377
676	116,3007	116,3021	-0,0014	-0,0012
677	100,0624	100,0380	0,0244	0,0244
679	161,2821	161,2830	-0,0009	-0,0006
681	18,3109	18,3115	-0,0005	-0,0030
682	147,8697	147,8811	-0,0113	-0,0076
718	52,3097	52,2924	0,0173	0,0331
719	74,1750	74,1622	0,0128	0,0173
721	153,8767	153,9118	-0,0351	-0,0228
722	85,7317	85,7329	-0,0012	-0,0014

Tabelle 21a: Fortsetzung Auszug aus dem Vergleich der Teststrecken Jagdrevier - identische Punkte

Anhang 6: Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells

FID	Straßenname	Von Knoten	Zu Knoten	Länge auf GK Abbildung reduziert [m]	Länge auf UTM Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Differenz prozentual zur Gesamtlänge [%]
0	B19	43 555 421 043	43 555 421 052	117,5755	117,5719	0,0036	0,0030
1	B19	43 555 421 052	43 555 421 030	157,6138	157,6018	0,0119	0,0076
2	B19	43 555 421 062	43 555 421 030	289,6423	289,6217	0,0206	0,0071
3	B19	43 555 421 025	43 555 421 040	229,0956	229,1104	-0,0149	-0,0065
4	B19	43 555 421 040	43 555 421 057	132,4596	132,4662	-0,0066	-0,0049
5	B19	43 555 421 062	43 555 421 052	189,7819	189,7666	0,0154	0,0081
6	B19	43 555 421 025	43 555 421 057	284,5352	284,5163	0,0190	0,0067
7	B19	43 555 421 040	43 555 421 034	60,2233	60,2337	-0,0104	-0,0172
8	Am Sonnfeld	43 555 421 032	43 555 421 029	75,7150	75,7341	-0,0191	-0,0253
9	Rembrandtstraße	43 555 421 029	43 555 421 023	64,1497	64,1516	-0,0019	-0,0029
10	Am Sonnfeld	43 555 421 029	43 555 421 034	159,2945	159,3242	-0,0297	-0,0187
11	Am Sonnfeld	43 555 421 034	43 555 421 038	100,5685	100,5602	0,0082	0,0082

Tabelle 22: Auszug aus dem Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells, vgl. digitale Anlage

Fortsetzung von Anhang 6

FID	Straßenname	Von Knoten	Zu Knoten	Länge auf GK Abbildung reduziert [m]	Länge auf UTM Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Differenz prozentual zur Gesamtlänge [%]
12	Frankenlandstraße	43 555 421 038	43 555 421 036	36,0364	36,0348	0,0016	0,0043
13	Frankenlandstraße	43 555 421 036	43 555 421 039	29,2548	29,2562	-0,0014	-0,0049
14	Industriestraße	43 555 421 039	43 555 421 046	38,3989	38,4005	-0,0016	-0,0042
15	Industriestraße	43 555 421 046	43 555 421 038	49,0822	49,0854	-0,0032	-0,0065
16	Alte Würzburger Straße	43 555 421 038	43 555 421 039	23,0013	23,0020	-0,0007	-0,0031
17	unbenannt	43 555 421 081	43 555 421 072	199,5618	199,6030	-0,0412	-0,0207
18	unbenannt	43 555 421 085	43 555 421 081	59,6420	59,6370	0,0050	0,0084
19	unbenannt	43 555 421 081	43 555 421 075	109,7181	109,7051	0,0130	0,0119
20	Frankenlandstraße	43 555 421 036	43 555 421 021	122,1838	122,2116	-0,0278	-0,0227
21	Auf der Schanz	43 555 421 021	43 555 421 018	86,6446	86,6355	0,0091	0,0105
22	Sonnenhang	43 555 421 018	43 555 421 024	104,5461	104,5452	0,0009	0,0008
23	Auf der Schanz	43 555 421 018	43 555 421 009	161,8052	161,8017	0,0034	0,0021

Tabelle 22a: Fortsetzung Auszug aus dem Streckenvergleich des Knoten- und Kantenmodells, vgl. digitale Anlage

Anhang 7: Vergleich Teststrecken des Knoten- und Kantenmodells (Knotenpunkte-Flurstücksgrenzpunkte)

IN_FID	NEAR_FID	Entfernung auf GK Abbildung reduziert [m]	Entfernung auf UTM- Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung Prozentual zur Gesamtstrecke [%]
760	673	6,4014	6,3648	0,0366	0,5719
761	671	10,3178	10,2910	0,0268	0,2598
762	670	1,5806	1,5660	0,0146	0,9251
763	664	17,0037	16,9295	0,0741	0,4361
764	664	13,9435	13,9737	-0,0302	-0,2169
765	757	10,6707	10,6775	-0,0068	-0,0635
766	757	14,6237	14,6205	0,0032	0,0219
767	752	85,8937	85,9058	-0,0121	-0,0141
768	752	47,3300	47,3243	0,0056	0,0119
769	752	66,7295	66,7792	-0,0496	-0,0744

Tabelle 23: Auszug aus dem Vergleich der Teststrecken im Knoten- und Kantenmodell, Bereich Neidertstraße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 8: Vergleich der Streckenlängen Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße

lfd Nr.	zu Hausnr.	Strecke auf GK- Abbildung reduziert [m]	Strecke auf UTM- Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung prozentual zur Gesamtstrecke [%]
1	28	1,7992	1,7996	-0,0004	-0,0240
5	32	4,2280	4,2285	-0,0005	-0,0109
6	30	5,4148	5,4159	-0,0011	-0,0205
2	28	6,1359	6,1371	-0,0013	-0,0206
9	42	8,0461	8,0478	-0,0017	-0,0207
4	34	8,3394	8,3379	0,0015	0,0174
11	36	8,5944	8,5960	-0,0016	-0,0187
12	38	12,9540	12,9565	-0,0025	-0,0197
8	40	13,0579	13,0606	-0,0026	-0,0200
7	38	13,2420	13,2446	-0,0026	-0,0199
10	28-34	70,9112	70,9217	-0,0105	-0,0148
3	28-34	72,1805	72,1912	-0,0106	-0,0147

Tabelle 24: Vergleich der Streckenlängen Gas-Wasser-Netz im inhomogenen Bereich Neidertstraße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 9: Gegenüberstellung der Streckenlängen Civil3D MAP – FME

lfd Nr.	zu Hausnr.	Strecke auf UTM- Abbildung reduziert [m] Civil 3D MAP	Strecke auf UTM- Abbildung reduziert [m] FME	Differenz [mm]
1	28	1,7996	1,7997	-0,1000
5	32	4,2285	4,2290	-0,5002
6	30	5,4159	5,4161	-0,2001
2	28	6,1371	6,1374	-0,3001
9	42	8,0478	8,0477	0,1000
4	34	8,3379	8,3377	0,2001
11	36	8,5960	8,5957	0,3001
12	38	12,9565	12,9562	0,3001
8	40	13,0606	13,0606	0,0000
7	38	13,2446	13,2447	-0,1000
10	28-34	70,9217	70,9221	-0,4001
3	28-34	72,1912	72,1910	0,2001

Tabelle 25: Vergleich der Streckenlängen zwischen Civil3D MAP und FME im inhomogenen Bereich Neidertstraße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 10: Vergleich der Streckenlängen Zweierweg/Gertrud-von-le-Fort-Straße

lfd Nr.	zu Hausnr.	Strecke auf GK- Abbildung reduziert [m]	Strecke auf UTM- Abbildung reduziert [m]	Differenz [m]	Veränderung prozentual zur Gesamtstrecke [%]
13	19/19a	3,6271	3,6272	-0,0001	-0,0025
14	21	6,2758	6,2761	-0,0003	-0,0046
12	23	6,3558	6,3562	-0,0003	-0,0053
10	25	6,4379	6,4392	-0,0013	-0,0200
15	21a	6,7305	6,7293	0,0012	0,0184
9	23a	6,7740	6,7733	0,0007	0,0105
11	25a	6,8455	6,8463	-0,0008	-0,0122
6	72	6,9488	6,9494	-0,0006	-0,0086
4	74	8,8007	8,8020	-0,0013	-0,0149
1	23/25	12,9849	12,9834	0,0015	0,0112
2	21/23	13,0152	13,0114	0,0037	0,0287
5	92	31,5097	31,5157	-0,0060	-0,0191
7	72/74/92	81,3401	81,3287	0,0114	0,0140
8	19/17/15/13...	134,7491	134,7389	0,0103	0,0076
3	21/19	142,8047	142,7876	0,0171	0,0120

Tabelle 26: Vergleich der Streckenlängen Stromnetz im inhomogenen Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 11: Gegenüberstellung der Streckenlängen Civil3D MAP – FME

lfd Nr.	zu Hausnr.	Strecke auf UTM- Abbildung reduziert [m] Civil 3D MAP	Strecke auf UTM- Abbildung reduziert [m] FME	Differenz [mm]
13	19/19a	3,6272	3,6273	-0,1000
14	21	6,2761	6,2760	0,1000
12	23	6,3562	6,3563	-0,1000
10	25	6,4392	6,4388	0,4001
15	21a	6,7293	6,7297	-0,4001
9	23a	6,7733	6,7735	-0,2001
11	25a	6,8463	6,8464	-0,1000
6	72	6,9494	6,9496	-0,2001
4	74	8,8020	8,8019	0,1000
1	23/25	12,9834	12,9838	-0,4001
2	21/23	13,0114	13,0118	-0,4001
5	92	31,5157	31,5156	0,1000
7	72/74/92	81,3287	81,3291	-0,4001
8	19/17/15/13...	134,7389	134,7389	0,0000
3	21/19	142,7876	142,7873	0,3001

Tabelle 27: Gegenüberstellung der Streckenlängen zwischen Civil3D MAP und FME im inhomogenen Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 12: Beurteilung der Bemaßung Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße

Flurstück	zu Hausnr.	Bemaßung von Gebäude zu Hausanschlussleitung (Strom) [Grad]					
		im rechten Winkel			in der Flucht liegend		
		GK	UTM	Differenz	GK	UTM	Differenz
507/16	28	89,8815	89,882	-0,0005	179,9159	179,9163	-0,0004
507/15	30	90,3275	90,3114	0,0161	179,9978	179,9975	0,0003
507/14	32	90,2697	90,2755	-0,0058	179,9911	179,9904	0,0007
507/5	34	90,3737	90,3643	0,0094	-	-	-
507/4	36	90,2882	90,2891	-0,0009	179,9984	179,9986	-0,0002
507/17	38	90,3538	89,6445	0,7093	-	-	-
507/18	40	90,3953	90,4239	-0,0286	-	-	-
507/19	42	89,6257	89,605	0,0207	-	-	-

Tabelle 28: Beurteilung der Bemaßung Stromnetz im inhomogenen Bereich Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße, vgl. digitaler Anhang

Fortsetzung von Anhang 12

Flurstück	zu Hausnr.	Bemaßung von Gebäude zu Hausanschlussleitung (Wasser) [Grad]					
		im rechten Winkel			im rechten Winkel zur kurzen Gebäudeseite		
		GK	UTM	Differenz	GK	UTM	Differenz
507/16	28	90,209	90,2072	0,0018	90,0526	90,0533	-0,0007
507/15	30	90,0066	90,0036	0,003	-	-	-
507/14	32	90,027	90,0335	-0,0065	89,9937	89,9881	0,0056
507/5	34	90,3818	90,3716	0,0102	89,9995	90,3716	-0,3721
507/4	36	89,7024	89,7016	0,0008	-	-	-
507/17	38	89,9928	90,0255	-0,0327	-	-	-
507/18	40	90,2324	90,2036	0,0288	-	-	-
507/19	42	90,2171	90,1963	0,0208	-	-	-

Tabelle 29: Beurteilung der Bemaßung Gas-Wasser-Netz im inhomogenen Bereich Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 13: Beurteilung der Bemaßung Gertrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg

Flurstück	zu Hausnr.	Bemaßung von Gebäude zu Hausanschlussleitung (Wasser) [Grad]					
		im rechten Winkel			im rechten Winkel zur kurzen Gebäudeseite		
		GK	UTM	Differenz	GK	UTM	Differenz
3870/5	72	90,0025	90,0223	-0,0198	90,0055	89,9807	0,0248
3869/3	21	90,024	90,0045	0,0195	-	-	-
3869/30	21a	90,0363	90,0472	-0,0109	-	-	-
3869/2	23	90,0548	90,0443	0,0105	90,0228	90,0125	-
3869/31	23a	89,9942	89,9985	-0,0043	89,9818	89,972	0,0098
3869/32	25	89,9673	89,9704	-0,0031	-	-	-
3869/1	25a	89,912	89,9112	0,0008	-	-	-

Tabelle 30: Beurteilung der Bemaßung Gas-Wasser-Netz im inhomogenen Bereich Gertrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg, vgl. digitaler Anhang

Anhang 14: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude Frankfurterstraße/Bohlleitenweg/Neidertstraße

Flurstück	zu Hausnr.	Abgriff der Rechtwinkligkeit der Häuser [Grad]		
		GK	UTM	Differenz
507/16	28	89,8816	89,8818	-0,0002
507/15	30	89,9204	89,9215	-0,0011
507/14	32	89,2087	89,2064	0,0023
507/5	34	90,516	90,5093	0,0067
507/4	36	89,8724	89,8698	0,0026
507/17	38	89,8659	89,8927	-0,0268
507/18	40	90,2318	90,203	0,0288
507/19	42	90,2043	90,1835	0,0208

Tabelle 31: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude im inhomogenen Bereich Neidertstraße, vgl. digitaler Anhang

Anhang 15: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude Gertrud-von-le-Fort-Straße/Zweierweg

Flurstück	zu Hausnr.	lfd. Nr.	Abgriff der Rechwinkligkeit der Häuser [Grad]		
			GK	UTM	Differenz
3870/5	72	1	90,0102	89,987	0,0232
		2	90,0038	90,0236	-0,0198
		3	90,0305	90,0476	-0,0171
		4	90,0998	90,1139	-0,0141
3869/1	25a	5	90,0802	90,0809	-0,0007
		6	90,0228	90,0195	0,0033
3869/3	21	7	89,9488	89,9376	0,0112
		8	89,9558	89,9735	-0,0177

Tabelle 32: Beurteilung der Rechtwinkligkeit der Gebäude im inhomogenen Bereich Zweierweg, vgl. digitaler Anhang

Literaturverzeichnis

[ARC15]

ArcGIS-Hilfe 10.1: Entfernung mit Proximity-Werkzeugen berechnen. Hg. v. ESRI.
Online verfügbar unter
<http://resources.arcgis.com/de/help/main/10.1/index.html#/000800000048000000>,
zuletzt geprüft am 13.03.2015.

[BIL02]

Bill Ralf/Robert Seuß/Matthäus Schilcher (2002): Kommunale Geo-
Informationssysteme. Basiswissen, Praxisbereiche und Trends. 1. Auflage.
Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag.

[CAD14]

Support AutoCAD Map 3D (2014): MAPDIST. Hg. v. Autodesk. Online verfügbar unter
<http://knowledge.autodesk.com/support/autocad-map-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/MAP3D-Use/files/GUID-17474707-5317-4B00-8332-A7CA5B77DC1F-htm.html>, zuletzt aktualisiert am 25.03.2014, zuletzt geprüft am 22.02.2015.

[FME13]

Safe Software (2015): CS-Map upgrade in FME 2013. Hg. v. Safe.com (Article number: 000002426). Online verfügbar unter <http://fmepedia.safe.com/articles/FAQ/CS-Map-upgrade-in-FME-2013>, zuletzt aktualisiert am 19.01.2015, zuletzt geprüft am 22.02.2015.

[FME15]

Safe support (Dean Hintz) (2015): Bachelor theses / Transformation to ETRS89,
18.02.2015. E-Mail an Jeannine Gottschlich. PDF.

[GLO14]

Clemens Glock (2015): KanU - Verfahren für Objektbereich Gebäude. München, 23.02.2015. E-Mail an Jeannine Gottschlich. E-Mail.

[GOT14]

Jeannine Gottschlich (2014): Realisierungsmöglichkeiten der NTv2-Methode. - Projektarbeit-

[HEU14]

Dipl. - Ing. Annett Heusinger (2015): Datenverwaltung der Stadt Würzburg, 26.02.2015. Telefonisch an Jeannine Gottschlich.

[HOL14]

Prof. Dr.-Ing. Rolf Hollmann (10.01.2014): Bezugssysteme. Satellitennavigation und Bezugssysteme I. PDF.

[HUE14]

Udo Hübner (2012): Überführung Gauß-Krüger in ETRS89 UTM-Koordinaten. AutoCAD MAP 3D. V0.93. Online verfügbar unter www.CAD-Huebner.de, zuletzt geprüft am 13.03.2015.

[KAD14]

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung: Projekt KanU - Anleitung zur Analyse von Gebieten mithilfe der Differenzvektoren. DOC.

[KAT14]

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung: KanU - Analyse der UTM-Transformation. München. PDF.

[KAN13]

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung / Dieter Hampp (2013): Umstellung des Liegenschaftskatasters nach ETRS89/UTM (KanU). Fachkonzept (technisch), 14.04.2013.

[KOE11]

Brigitte Kösterke (2011): Automatische Transformation von ETRS89.UTM-32N Daten mit und ohne Zone (6-stellig nach 8-stellig). Hg. v. The Geospatial Navigator. Online verfügbar unter http://geospatialnavigator.typepad.com/geospatial_navigator/2011/10/automatische-transformation-von-etrs89utm-32n-datenohne-zonenbezeichnung-zur-darstellung-mit-zonenbe.html, zuletzt geprüft am 14.02.2015.

[LDB14]

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (Hg.) (2014): Einführung des Bezugssystems ETRS89 im Liegenschaftskataster. KanU - Kataster nach UTM.

[NIE14]

Elmar Nießl (2014): Umstellung GK nach UTM - Projekt KanU- NTv2-Datei für den Bereich Würzburg, 30.10.2014. E-Mail an Jeannine Gottschlich.

[NRW14]

NRW (2014): Fragen und Antworten rund um die Katastermodernisierung. Hg. v. Ministerium für Inneres und Kommunales des Landes Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <http://www.katastermodernisierung.nrw.de/etrs.html>, zuletzt aktualisiert am 28.01.2014, zuletzt geprüft am 13.03.2015.

[PZV12]

PlanZV, vom 44.Auflage (01.02.2012): Verordnung über die Ausarbeitung der Bauleitpläne und die Darstellung des Planinhalts. § 1(2) Fundstelle: BauGB, S. 421.

[VERM07]

Franz Josef Grubner, Rainer Joeckel (2007): Formelsammlung für das Vermessungswesen. 13. Auflage. Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden: Teubner.

[WEN14]

Prof. Dr. Daniela Wenzel (2014): Verwaltungen und Produkte. -Liegenschaftskataster I-

.

Digitale Anlagenstruktur



- Vergleich der Teststrecken Jagdreviere



Vergleich der Überschneidungen

- GK Flächen
- UTM Flächen
- Vergleich der Überschneidungen Jagdreviere GK-UTM



- **Flächenvergleich Jagdreviere**
- **Transformations Workbench Jagdreviere**



Knoten- und Kantenmodell

(zu Kapitel 6.3)



Knoten-Kantenmodell GK

- Knoten GK
- Kanten GK
- Kilometerquadrat GK



Knoten-Kantenmodell UTM

- Knoten UTM
- Kanten UTM
- Kilometerquadrat UTM



Teststrecken Knotenpunkte-nächstgel. Punkte

- Teststrecken GK
- Teststrecken UTM
- Vergleich der Teststrecken Knoten-Kantenmodell



Topologievergleich

- Knoten-Kantenmodell Topologie GK
- Knoten-Kantenmodell Topologie UTM



- **Längenvergleich der Kanten**
- **Transformations Workbench Knoten-Kantenmodell**



Versorgungsleitungen

(zu Kapitel 6.4)



Civil 3D

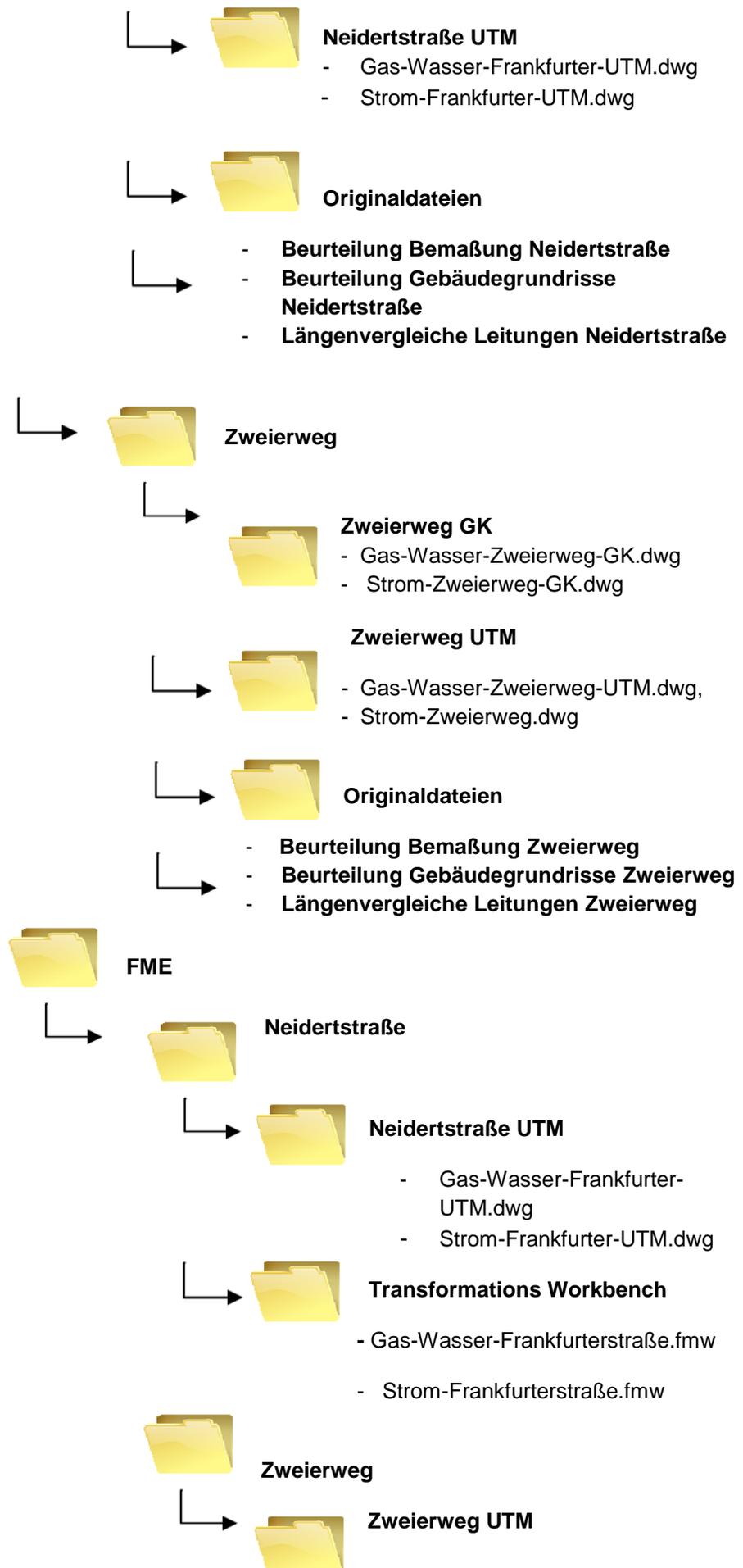


Neidertstraße

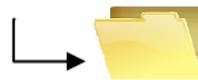


Neidertstraße GK

- Gas-Wasser-Frankfurter-GK.dwg
- Strom-Frankfurter-GK.dwg



- Gas-Wasser-Zweierweg-UTM.dwg
- Strom-Zweierweg-UTM.dwg



Transformations Workbench

- Gas-Wasser-Zweierweg.fmw
- Strom-Zweierweg.fmw



Würzburg (DFK/KANU)

(zu Kapitel 6.1 - 6.3)



DFK GK



DFK UTM



ETRS Punkte Flurstücksgrenzpunkte

- ETRS Punkte Flurstücksgrenzpunkte GK
- ETRS Punkte Flurstücksgrenzpunkte UTM



ETRS Punkte KFP

- ETRS Punkte KFP GK
- ETRS Punkte KFP UTM



KanU

- KanU-Projekt (QGÍS-Projekt)
- Stadtteile
- Differenzvektoren
- Flurstücksgrenzpunkte mit GPS
- Katasterfestpunkte



Quellen (E-Mail)

- **Bachelorarbeit von Jeannine Gottschlich (PDF)**
- **Plakat von Jeannine Gottschlich (PDF)**

Plakative Darstellung

Bachelorarbeit im Studiengang Vermessung und Geoinformatik

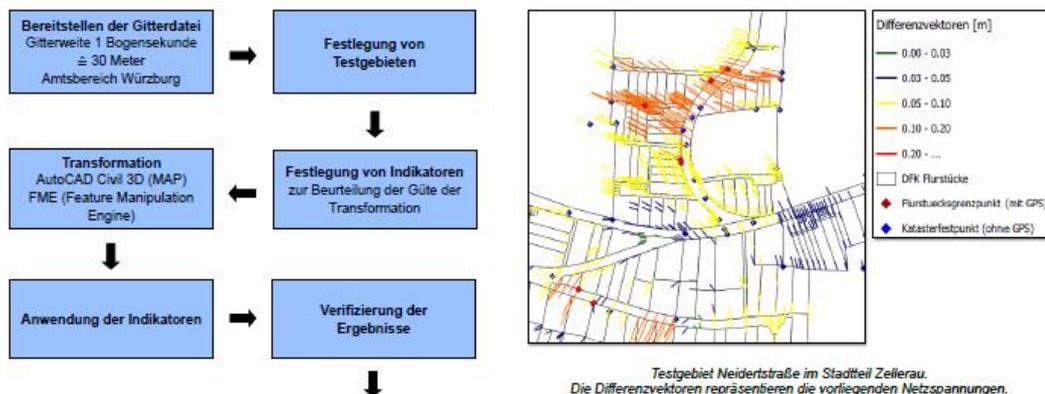
FH·W-S



Transformation nach ETRS89/UTM via NTv2-Methode WS 2014/2015 - Kommunale Fachdaten der Stadt Würzburg im neuen Bezugssystem-

Jeannine Gottschlich; Betreuer: Prof. Dr. Daniela Wenzel, Dipl.-Ing. Annett Heusinger

Der amtlich initiierte Wechsel des Bezugssystems nach ETRS89/UTM wird zunehmend thematisiert und soll im Jahr 2015 im Anschluss an die Einführung von ALKIS in Bayern realisiert werden. Durch den Wechsel der Bezugssysteme werden alle Nutzer von Geobasisdaten gezwungen, ihre Fachdaten in das neue System zu überführen. Für die Transformation der Daten nach ETRS89/UTM muss eine geeignete Methode getestet werden. In diesem Zusammenhang kommt die NTv2-Methode zum Einsatz. Dieser Ansatz beschreibt die Überführung zweidimensionaler Koordinaten auf Grundlage eines regelmäßigen Passpunktgitters. Die Transformation erfolgt durch bilineare Interpolation zwischen den Koordinatenshifts der umliegenden Gitterpunkte. Für diese Vorgehensweise wurde vom Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) München eine Gitterdatei für den Würzburger Raum entwickelt. Mittels dieser Datei werden Testdaten der Stadt Würzburg nach UTM transformiert. Die Bewertung der Fachdaten im neuen Bezugssystem erfolgt anhand Indikatoren, die Auskunft über Genauigkeit und Qualität der Transformation liefern.



- Es ergeben sich keine signifikanten Änderungen in Geometrie sowie Topologie der Fachdaten in ETRS89/UTM.
- Die Abweichungen von Strecken und Flächen im Abbildungssystem UTM liegen unter einem Prozent.
- Die transformierten Daten ändern sich im gleichen prozentualen Verhältnis zueinander.
 - Die Transformation arbeitet global.
- Beim Vergleich zwischen Civil 3D und FME treten keine signifikanten Differenzen in den Testergebnissen auf.



Danksagung

An dieser Stelle möchte ich den Personen danken, die mich bei der vorliegenden Arbeit direkt und indirekt unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt den beiden Betreuern, Frau Prof. Dr. Daniela Wenzel (FHWS) und Frau Dipl.-Ing. Annett Heusinger (Stadt Würzburg). Sie haben mir das Thema meiner Bachelor- und Projektarbeit näher gebracht und standen jederzeit bei Fragen zur Verfügung.

Zudem was das Landesamt für Breitband, Digitalisierung und Vermessung in München, vertreten durch die Mitarbeiter Dipl.-Ing. Clemens Glock und Dipl.-Ing. Elmar Nießl bei Fragen zu ORTRA, NTv2 oder KanU stets hilfsbereit.