

DIPLOMARBEIT

Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten im spannungsbehafteten Festpunktfeld

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Geodäsie und Geoinformation

eingereicht von

Valentin Weber, BSc

Matrikelnummer 01225630

ausgeführt am Department für Geodäsie und Geoinformation
der Fakultät für Mathematik und Geoinformation der Technischen Universität Wien
(in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen)

Betreuung:

Betreuer: Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Navratil

Mitwirkung: Dipl.-Ing. Franz Blauensteiner (BEV)

Linz, 24.03.2020

(Unterschrift Verfasser)

(Unterschrift Betreuer)

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Linz, am 24.03.2020

(Unterschrift Verfasser)

Kurzfassung

Diese Arbeit befasst sich mit der Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten im spannungsbehafteten Festpunktfeld und den damit einhergehenden technischen und rechtlichen Bestimmungen. Das österreichische Landeskoordinatensystem ist durch die amtlichen Festpunkte des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen physisch realisiert. Durch die historische Entwicklung treten im lokalen Festpunktfeld immer wieder Inhomogenitäten auf, die sich auch auf die daraus abgeleiteten Grenzpunktkoordinaten auswirken. Bei der Rücksteckung dieser Punkte anhand der Koordinaten der digitalen Katastralmappe und unter Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller Vermessungsverordnung treten teilweise Abweichungen auf, die die Anforderungen der Verordnung an die Nachbarschaftsgenauigkeit der Grenzpunkte überschreiten. Die Änderung von Koordinaten im rechtsverbindlichen Grenzkataster ist unter § 13 VermG gesetzlich geregelt. Die rechtliche Frage, ob eine Änderung im Festpunktfeld als Grund für die Berichtigung des Grenzkatasters nach § 13 VermG geltend gemacht werden kann, ist derzeit noch in einem Gerichtsverfahren beim Verwaltungsgerichtshof anhängig.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden verschiedene Methoden angewendet, die anhand von bekannten Werten der Festpunkte auf die Inhomogenitäten der Grenzpunkte schließen lassen sollen. Durch die distanzgewichtete Interpolation von Restklaffungen und Homogenvektoren können die Werte für die Grenzpunkte im Messgebiet ermittelt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die lokale Anfelderung an das Festpunktfeld über die Messung und anschließende Helmert-Transformation von vorhandenen Grenzzeichen.

Anhand von praktischen Beispielen werden die Methoden angewandt und auf deren Einsatztauglichkeit in der Katastervermessung geprüft. Es zeigt sich, dass die Interpolation von Restklaffungen und Homogenvektoren keine brauchbaren Ergebnisse liefert. Auch der Einsatz der flächenbasierten GIS-GRID Transformation führt zu keinen sinnvollen Ergebnissen und ist für die Verwendung im Kataster nicht zugelassen. Die Rücksteckung der Grenzpunkte über die lokale Anfelderung und die darauffolgende Änderung der Grenzkatasterkoordinaten nach § 13 VermG ist bei den Beispielen dieser Arbeit eine mögliche Variante. Dabei werden die Koordinaten der Grenzpunkte auf die erhaltenen Werte mit dem Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller Vermessungsverordnung berichtigt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass kein allgemeingültiger Ansatz für die Rücksteckung zu finden ist, da die Vorgehensweise immer auch die lokalen Gegebenheiten der Inhomogenitäten berücksichtigen muss. Hierfür ist es zwingend notwendig, die Arbeiten durch Vermessungsbefugte durchführen zu lassen, da diese Experten im Gebiet der Katastervermessung sind und die Problemstellung unter Berücksichtigung der technischen und rechtlichen Vorgaben lösen.

Abstract

This thesis deals with staking out points in the coordinate cadastre in the case of a strained control point network and the associated technical and legal provisions. The Austrian coordinate system is physically realized through the official control points of the federal institution for surveying. Due to the historical development, inhomogeneities occur within the local control point network, which also affects the derived point coordinates for the cadastre. When these points are staked out only on the basis of the coordinates of the digital cadastral map using the valid control point network, deviations will occur that exceed the requirements of the ordinance regarding the neighbourhood accuracy of the points. The rectification of the legally binding coordinate cadastre is regulated by law under § 13 VermG. The legal question of whether a change in the control point network can be claimed as the reason for the rectification of the coordinate cadastre according to § 13 VermG is still pending in a court case at the Administrative Court.

In the context of this diploma thesis, various methods are used which are supposed to indicate the inhomogeneities at the border points based on the known values at the control points. The distance-weighted interpolation of residuals and homogeneous vectors allows the values for the border points in the measurement area to be interpolated. Another possibility is the local connection to the control point network via the measurement and subsequent Helmert-transformation of existing boundary signs.

Based on three practical examples, the methods are applied and their suitability for use in cadastral surveying is checked. It turns out that the interpolation of residuals and homogeneous vectors does not provide any useful results. The use of the area-based transformation GIS-GRID is also not applicable for use in the cadastre. The stake out of the border points via the local connection and the subsequent change of the border cadastral coordinates according to § 13 VermG is a possible variant in the examples of this work. The coordinates of the border points are corrected to the values obtained with the connection to the control point network according to the current surveying ordinance.

No generally applicable approach for the stake out can be found, since the procedure must always take the local conditions of the inhomogeneities into account. It is imperative to have the work carried out by surveying officers, as these are experts in the field of cadastral surveying and solve the problem taking into account the technical and legal requirements.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Technische Problemstellung	1
1.2	Rechtliche Problemstellung	2
2	Aktuelle Rechtsvorschriften (2020).....	3
2.1	Gerichtliche Entscheidungen.....	3
3	Entwicklung des österreichischen Katasters und des Festpunktfeldes	8
3.1	Entstehung und Entwicklung des Katasters.....	8
3.2	Entstehung, Schaffung und Verdichtung des Festpunktfeldes.....	9
3.3	Der Grenzkataster	12
4	Bezugskoordinatensysteme	14
4.1	Globale Bezugssysteme.....	14
4.2	Lokale Bezugssysteme in Österreich	15
4.3	Amtliche Festpunkte.....	15
5	Satellitenpositionierung und Transformation.....	18
5.1	Grundlagen Echtzeitpositionierung mit GNSS	18
5.2	Netzwerk RTK.....	18
5.3	GNSS-Satelliten-Positionierungsdienst APOS.....	20
5.4	1-Schritt Transformation (3D).....	20
5.5	2-Schritt Transformation.....	22
5.6	Flächenbasierte GIS-GRID Transformation	23
5.7	Qualitätsmerkmale von Transformationen	24
5.8	Homogenvektoren.....	26
6	Methoden zur Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten	28
6.1	Aktuelle Möglichkeiten für Vermessungsbefugte nach Vermessungsverordnung und Vermessungsgesetz	28
6.2	Rücksteckung mit lokalen Identpunkten alter Urkunden	31
6.3	Rücksteckung ohne Identpunkte	32
6.3.1	GNSS-Transformation mit homogenen Festpunkten nach VermV.....	33
6.3.2	GNSS-Transformation mit inhomogenen Festpunkten über Interpolation der Restklaffungen	33
6.3.3	GNSS-Transformation mit inhomogenen Festpunkten über Interpolation der Homogenvektoren.....	34
6.3.4	Ergebnisse mit GIS-GRID	35
7	Vergleich der Methoden anhand von Beispielen.....	36

7.1	Katastralgemeinde Gallneukirchen / 45624	37
7.1.1	Lokale Anfelderung nach VermV	43
7.1.2	Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde	44
7.1.3	Interpolation mit allen Festpunkten in der Umgebung	45
7.1.4	Ergebnis mit GIS-GRID	47
7.1.5	Vorgeschlagene Vorgehensweise	48
7.2	Katastralgemeinde Gramastetten / 45611	48
7.2.1	Lokale Anfelderung nach VermV	52
7.2.2	Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde	53
7.2.3	Interpolation mit allen Festpunkten in der Umgebung	55
7.2.4	Ergebnis mit GIS-GRID	56
7.2.5	Vorgeschlagene Vorgehensweise	56
7.3	Katastralgemeinde Lachstadt / 45630	57
7.3.1	Lokale Anfelderung nach VermV	62
7.3.2	Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde	63
7.3.3	Interpolation mit allen Festpunkten in der Umgebung	64
7.3.4	Ergebnis mit GIS-GRID	65
7.3.5	Vorgeschlagene Vorgehensweise	65
8	Zusammenfassung und Fazit	66
9	Literaturverzeichnis	68
10	Abbildungsverzeichnis	71
11	Tabellenverzeichnis	72
12	Abkürzungsverzeichnis	73
13	Anhang A: Gesetze und Verordnungen	75
13.1	Vermessungsgesetz (VermG)	75
13.2	Vermessungsverordnung (VermV 2016)	77

1 Einleitung

Die Rücksteckung von Grenzpunkten zum Zweck der Kennzeichnung von Eigentumsgrenzen in der Natur, ist eine häufig durchzuführende Tätigkeit in der österreichischen Katastervermessung. Bei der Übertragung der Koordinaten aus der digitalen Katastralmappe in die Natur können Abweichungen zum aktuellen Naturstand auftreten. In dieser Arbeit werden explizit jene Abweichungen untersucht, die auf die Spannungen im Festpunktfeld zurückzuführen sind. Das amtliche Festpunktfeld bildet als physische Repräsentation des österreichischen Landeskoordinatensystems die technische Grundlage für die Bestimmung der Koordinaten von Grenzpunkten. Durch die historische Entwicklung können die Nachbarschaftsbeziehungen der Festpunkte Spannungen aufweisen, die in weiterer Folge auch auf die abgeleiteten Grenzpunktkoordinaten übertragen werden.

1.1 Technische Problemstellung

Durch Inhomogenitäten bzw. Spannungen im Festpunktfeld können sich bei der Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten mit dem amtlichen Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller Vermessungsverordnung Differenzen zwischen den Koordinaten der Grenzkennzeichnungen in der Natur und den Koordinaten laut rechtsverbindlichem Grenzkataster ergeben.

Bei vorhandenen Identpunkten aus alten Urkunden (Grenzpunkte, Polygonpunkte, sonstige Punkte), die in der Natur heute noch vorhanden und physisch ident sind, können diese für die Stationierung und die folgende Wiederherstellung von Grenzpunkten herangezogen werden. Ohne Identpunkte ist die Rücksteckung der Koordinaten nicht ohne weiteres möglich. Wenn Festpunkte, an die in der Entstehungsurkunde angeschlossen wurde, nicht mehr vorhanden sind oder große Spannungen zu den benachbarten Festpunkten aufweisen, fehlt eine geeignete Methode zur Rücksteckung der Grenzkatasterkoordinaten.

Mögliche Ansätze sind die klassische Helmert-Transformation mit oder ohne Interpolation der Restklaffungen der verwendeten Festpunkte, die Interpolation der Homogenvektoren der Festpunkte oder der Anschluss an das Festpunktfeld mittels GNSS-RTK-Transformation nach VermV. Bei den Interpolationsmethoden werden die Restklaffungen bzw. die Homogenvektoren distanzgewichtet für die Grenzpunkte im Messgebiet interpoliert, um so eine Rücksteckung der Punkte zu ermöglichen. Die amtliche Vortransformation mit den österreichweiten BEV-Transformationsparametern für den Übergang von ETRS89-Koordinaten zu MGI-Koordinaten kann für jeden Festpunkt, der mittels GNSS-Messung bestimmt wurde, durchgeführt werden und somit die Differenz zwischen den transformierten (homogenen) MGI-Koordinaten und den amtlichen (zum Teil inhomogenen) MGI-Koordinaten als Homogenvektor dargestellt werden. Auch diese Homogenvektoren können für das Messgebiet interpoliert werden und so die Grenzkatasterkoordinaten rückgesteckt werden. Die Differenz zu den homogenen Koordinaten ist eigentlich ein Klaffungsvektor der in weiterer Folge, wie auch in den Dokumenten des BEV, als Homogenvektor bezeichnet wird.

1.2 Rechtliche Problemstellung

Der im Jahr 1969 eingeführte Grenzkataster bietet Eigentümern einen Vertrauensschutz für die Grundstücksgrenzen. Die Koordinaten von Grenzpunkten der in den Grenzkataster einverleibten Grundstücke sind von den nächstgelegenen Festpunkten entsprechend der zum Zeitpunkt der Vermessung maßgeblichen Vermessungsverordnung abgeleitet und in der Vermessungsurkunde angeführt. Bei Inhomogenitäten im Festpunktfeld kann sich durch neuerlichen Ausgleich oder Sperre bzw. Elimination von Festpunkten, die Grundlage für die Rücksteckung ändern und damit die abgeleiteten Koordinaten der Grenzpunkte, auch wenn die Grenzzeichen in der Natur physisch unverändert sind. Der § 13 im Vermessungsgesetz bietet die Möglichkeit Grenzkatasterkoordinaten mittels Verordnung des zuständigen Vermessungsamtes zu berichtigen. Ob ein stark inhomogenes Festpunktfeld als Grund für eine Berichtigung nach § 13 Abs. 1 VermG geltend gemacht werden kann, wird von den Gerichten unterschiedlich ausgelegt. § 13 Abs. 4 VermG bietet jedenfalls explizit die Möglichkeit die Koordinaten von Grenzkatasterkoordinaten mit Verordnung zu berichtigen, wenn sich das Festpunktfeld durch Anpassung an einen übergeordneten Bezugsrahmen ändert.

2 Aktuelle Rechtsvorschriften (2020)

In Österreich bildet das Vermessungsgesetz den rechtlichen Rahmen für die Landesvermessung und alle damit einhergehenden Aufgaben und Tätigkeiten. Das erste Vermessungsgesetz wurde am 3. Juli 1968 erlassen. Neben dem Vermessungsgesetz sind auch noch das Liegenschaftsteilungsgesetz und die vom zuständigen Ministerium erlassene Vermessungsverordnung für die Arbeiten im Kataster maßgeblich. Auch wenn bei heutigen Vermessungen die aktuellen Rechtsvorschriften anzuwenden sind, so ist es trotzdem wichtig über frühere Bestimmungen genau Bescheid zu wissen. Die Vermessungen von Grundstücken, die als Grundlage für die Einverleibung in den Grenzkataster dienen, wurden jeweils unter Anwendung der damals gültigen Rechtsvorschriften und Genauigkeitsvorgaben vermessen. Daher kann es bei der Beurteilung von grenzrelevanten Situationen in der heutigen Zeit notwendig sein, die alten Urkunden entsprechend zu interpretieren und anhand der Genauigkeitsvorgaben ihrer Entstehungszeit zu beurteilen. Die vollständigen Gesetzestexte und Verordnungen sind im Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) nachzulesen. Im Anhang A dieser Arbeit sind zudem die wichtigsten Passagen, die diese Arbeit betreffen, überblicksartig zusammengefasst.

2.1 Gerichtliche Entscheidungen

Die Erkenntnisse des Bundesverwaltungsgerichtshofs (BVwG) und des Verwaltungsgerichtshofs (VwGH) haben sich in mehreren Verfahren mit der Berichtigung des Grenzkatasters nach § 13 VermG und mit der Frage, aus welchen Gründen eine amtswegige Berichtigung per Bescheid möglich ist, auseinandergesetzt. Bisher fehlt eine höchstgerichtliche Entscheidung, die dezidiert auf die Änderung von Koordinaten im Grenzkataster aufgrund der Änderung des Festpunktfeldes und des zu verwendenden Anschlusses an dieses lt. gültiger VermV verweist. Nachfolgend ist auszugsweise die Chronologie der gerichtlichen Entscheidungen aus dem Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) aufgelistet.

VwGH Erkenntnis 2000/06/0022 vom 18. Oktober 2001

Der Antragsteller beantragte die Berichtigung des Grenzkatasters dahingehend, dass die Grundstücksgrenze von Punkt A auf Punkt B geradlinig verläuft. Durch einen Übertragungsfehler wurde demnach der Grenzverlauf von Punkt A auf Punkt C falsch in den Grenzkataster übernommen. Diese falsche Grenzdarstellung sei in den Behelfen ausgewiesen und übernommen worden.

„Eine Berichtigung des Grenzkatasters nach dieser Gesetzesstelle (Anm. § 13 Abs. 1 VermG) ist lediglich aus formellen Gründen möglich, setzt daher voraus, dass die Einverleibung entweder mit ihrer Grundlage nicht in Einklang steht - das heißt: die Eintragung und die ihr zugrundeliegende Urkunde divergieren - oder die Einverleibung "fehlerhaft" ist, wobei die Quelle des Fehlers eine sonstige - nicht näher bezeichnete - Unrichtigkeit sein kann. Die Vermessungsbehörde ist im Rahmen eines Berichtigungsverfahrens nach § 13 VermG nicht befugt, die (materielle) Richtigkeit der Grundlage zu überprüfen.“

VwGH Erkenntnis 2010/06/0229 vom 27. Jänner 2011

Die Beschwerdeführerin stellte den Antrag auf Berichtigung des Grenzkatasters, da ihrer Ansicht nach der Plan, der die Grundlage für die Einverleibung in den Grenzkataster bildet, nicht das Verhandlungsergebnis der Grenzverhandlung widerspiegelt.

„Die im Grenzkataster einverleibten Grenzen sind gemäß § 8 Z 1 VermG hinsichtlich ihres Verlaufes verbindlich (weil der Grenzkataster hierfür einen verbindlichen Nachweis liefert). Damit ist auch ein Vertrauensschutz verbunden. § 49 VermG normiert im Abschnitt "zivilrechtliche Bestimmungen" einen dort näher umschriebenen Vertrauensschutz. Nach Auffassung des Verwaltungsgerichtshofes ist aber der Vertrauensschutz, der dem Grenzkataster zukommt, nicht auf rein zivilrechtliche Aspekte beschränkt. Diese verbindliche Wirkung hinsichtlich des Grenzverlaufes ist vielmehr auch im öffentlichen Recht von Bedeutung. Beispielsweise sei hier nur die wesentliche Bedeutung des exakten Grenzverlaufes für die Abstandsvorschriften nach den Bauordnungen genannt (siehe etwa das hg. Erkenntnis vom 11. Juli 2003, Zl. 2001/06/0011). Beschränkte man den Gutglaubensschutz ungeachtet dieser verbindlichen Wirkung des Grenzkatasters auf rein zivilrechtliche Aspekte, erschiene dies daher gleichheitswidrig. Demnach ist auch der in § 13 VermG vorgesehene Vertrauensschutz in diesem (nicht bloß zivilrechtlichen) Sinn zu verstehen. Aus diesem Vertrauensschutz folgt auch eine gewisse "Bestandsgarantie" der Eintragung im Grenzkataster (vgl. dazu die Erwägungen des Verfassungsgerichtshofes in seinem Erkenntnis vom 1. März 2007, G 203/06, VfSlg 18.071, betreffend die Aufhebung von Teilen des § 13 VermG, was zur Novellierung des § 13 VermG mit BGBl. I Nr. 13/2008 geführt hat).

Dieser Vertrauensschutz (und diese gewisse "Bestandsgarantie") muss auch in den Fällen zugestanden werden, in denen der Vollzug der Umwandlung vor Rechtskraft des Bescheides, mit der sie verfügt wurde, erfolgte, weil das Gesetz diesbezüglich nicht differenziert und demjenigen, der wissen will, ob eine Grenze im Grenzkataster einverleibt ist, nicht darüber hinaus noch aufträgt, sich (wie auch immer) vergewissern zu müssen, ob der zugrundeliegende Bescheid rechtskräftig geworden ist oder nicht. Dabei ist nicht nur an Fälle zu denken, in denen der Mangel der Rechtskraft offenkundig sein könnte, es gibt auch Fälle der Scheinrechtskraft und darüber hinaus auch Fälle, in denen der Bescheid zwar in Rechtskraft erwachsen ist, dies aber nicht ohne Weiteres feststellbar ist, weil die Zustellung des Bescheides ohne Zustellnachweis erfolgte. Mit anderen Worten: Ist eine Grenze tatsächlich im Grenzkataster einverleibt (was sinngemäß für ein ganzes Grundstück gilt), kann - grundsätzlich - darauf vertraut werden, dass diese Einverleibung rechtmäßig ist.“

VwGH Erkenntnis Ra 2016/06/0083 vom 19. Dezember 2017

Mit Bescheid des Vermessungsamtes wurden die Grenzpunktkoordinaten von mehreren Grundstücken von Amts wegen geändert. Dies mit der Begründung, dass die Vermessung für die Umwandlung nicht entsprechend den Vorgaben von § 3 Abs. 1 VermV an die nächst gelegenen Festpunkte angeschlossen, sondern weiter entfernte Festpunkte verwendet hat. Der Beschwerdeführer bekämpfte den Bescheid des Vermessungsamtes der zur Koordinatenänderung führte.

„Der Verwaltungsgerichtshof hat sich bereits mit den Voraussetzungen für die Berichtigung gemäß § 13 Abs. 1 VermG infolge einer fehlerhaften Urkunde beschäftigt und die Zulässigkeit

einer solchen Berichtigung u.a. im Zusammenhang mit in der Vermessungsurkunde fehlerhaft ausgewiesenen Koordinatenwerten von Grenzpunkten bejaht (VwGH 21.10.2003, 2001/06/0166). Weiters hat der Verwaltungsgerichtshof zur Berichtigung aufgrund einer "fehlerhaften" Einverleibung festgehalten, dass die Quelle des Fehlers eine sonstige - nicht näher bezeichnete - Unrichtigkeit sein kann (VwGH 18.10.2001, 2000/06/0022).

Im vorliegenden Fall verwies die revisionswerbende Behörde im vor dem Verwaltungsgericht bekämpften Bescheid bereits darauf, dass die in der Natur festgelegten Grenzpunkte A und B durch die in Rede stehende Berichtigung in der Natur keine Veränderung erfahren hätten und lediglich ein technisch richtiger und § 3 Vermessungsverordnung entsprechender Anschluss an das (im betreffenden Vermessungsgebiet teils inhomogene) Festpunktfeld herzustellen gewesen sei.

Unter diesen Voraussetzungen läge aber entgegen der Ansicht des Verwaltungsgerichts keine inhaltliche Veränderung des Grenzkatasters, sondern nur eine formelle Richtigstellung der Koordinatenwerte der Grenzpunkte vor und könnten der von der Behörde vorgenommenen Berichtigung nicht die Grundsätze des Vertrauensschutzes und der "Bestandsgarantie" der Eintragung im Grenzkataster entgegengehalten werden (zu den zuletzt genannten Aspekten siehe auch VwGH 27.1.2011, 2010/06/0229; zur Änderung des Festpunktfeldes durch Anpassung an einen übergeordneten Bezugsrahmen und die aus diesem Anlass durch Verordnung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen vorzunehmende Änderung der Koordinaten der Grenzpunkte vgl. auch § 13 Abs. 4 VermG).

Das Verwaltungsgericht setzte sich - in Verkennung der Rechtslage - nicht mit der Frage auseinander, ob tatsächlich - wie in der Revision unter Verweis auf den Akteninhalt dargestellt - bei Absteckung in der Natur die in Rede stehenden Grenzpunkte unter Zugrundelegung der berichtigten Koordinaten mit jenen in der Natur gekennzeichneten Grenzpunkten übereinstimmen, die nach den bislang im Grenzkataster eingetragenen Koordinatenwerten definiert werden sollten.“

BVwG Erkenntnis W134 2104977-1/40E vom 04.02.2019

„Vom VwGH wurde in RZ 17 seines Erkenntnisses vom 19.12.2017 zur Zahl Ra 2016/06/0083 die Frage aufgeworfen, ob tatsächlich "bei Absteckung in der Natur die in Rede stehenden Grenzpunkte unter Zugrundelegung der berichtigten Koordinaten mit jenen in der Natur gekennzeichneten Grenzpunkten übereinstimmen, die nach den bislang im Grenzkataster eingetragenen Koordinatenwerten definiert werden sollten".

Dazu ist festzuhalten, dass das BVwG bei seiner Beurteilung immer davon ausgeht, dass § 3 Abs. 1 VermV einzuhalten und daher bei Rücksteckung der Koordinatenwerte in die Natur von den nächstgelegenen Festpunkten auszugehen ist. Legt man die bislang im Grenzkataster einverleibten Koordinaten zugrunde, kommt man bei Anschluss an die nächstgelegenen Festpunkte zu einem anderen Punkt in der Natur, als wenn man die berichtigten Koordinatenwerte zugrunde legt. Die Behörde kommt lediglich zu demselben Punkt in der Natur, wenn sie entgegen § 3 Abs. 1 VermV an unterschiedliche Festpunktnetze anschließt. Eine solche Beurteilung ist jedoch nicht rechtmäßig, da § 3 Abs. 1 VermV einen Anschluss an die nächstgelegenen Festpunkte vorsieht. Da die Koordinaten vor und nach der Berichtigung daher zu unterschiedlichen Punkten in der Natur führen, ist von einer materiellen Berichtigung

des Grenzkatasters durch die Behörde mit dem Ziel, den Fehler einer Vermessung im Plan zu korrigieren, auszugehen.

Die Vermessungsbehörde ist im Rahmen eines Berichtigungsverfahrens nach § 13 VermG jedoch nicht befugt, die (materielle) Richtigkeit der Grundlage zu überprüfen (vgl VwGH vom 18. Oktober 2001, 2000/06/0022). Eine Berichtigung des Grenzkatasters nach § 13 Abs. 1 VermG ist lediglich aus formellen Gründen möglich.

Die Behörde argumentiert zudem, dass die berichtigten Koordinaten zu den in der Natur vorhandenen Metallmarken führen würden, verkennt dabei jedoch, dass nicht die in der Natur vorhandenen Grenzmarken, sondern die im Grenzkataster eingetragenen Koordinatenwerte rechtsverbindlich wurden.

Selbst wenn die Absicht der Behörde darin bestand, die in der Natur befindlichen Punkte (Metallmarken) zu vermessen, ändert der Umstand, dass sich die Punkte nach wie vor in der Natur wiederfinden nicht die Tatsache, dass die Punkte falsch vermessen und die fehlerhaften Koordinaten im Grenzkataster einverleibt und kundgemacht wurden. Durch die Einverleibung der gegenständlichen Punkte im Grenzkataster wurden diese rechtsverbindlich. Der Beschwerdeführer konnte darauf vertrauen, dass die im Grenzkataster angegebenen Punkte richtig vermessen, die Koordinaten überprüft und im Grenzkataster einverleibt wurden. Bei Anschluss an die nächstgelegenen Festpunkte führt die Rücksteckung der Koordinatenwerte für die gegenständlichen Grenzpunkte vor der Berichtigung zu einem anderen Punkt in der Natur als nach der Berichtigung. Durch die Berichtigung kommt es daher zu einer materiellen und nicht bloß zu einer formellen Änderung des Grenzkatasters. Zwar führen die Koordinaten nach der Berichtigung zu den bereits in der Natur vorhandenen Metallmarken, wie oben ausgeführt würde es jedoch dem Gedanken der Rechtssicherheit, des Vertrauensschutzes und der Gesetzessystematik widersprechen, könnten dem Beschwerdeführer, entgegen den rechtsverbindlich im Grenzkataster einverlebten Koordinatenwerte, die in der Natur befindlichen Punkte (Metallmarken) entgegengehalten werden.

Die belangte Behörde will somit mit dem bekämpften Bescheid gemäß § 13 VermG von Amts wegen inhaltlicher Mängel, die im Zuge der Erstellung von Grundlagen für den Grenzkataster unterlaufen sind, berichtigen, was nicht zulässig ist.“

Die Revision des Vermessungsamtes Bruck an der Mur gegen das BVwG Erkenntnis W134 2104977-1/40E beim VwGH ist noch ein laufendes Verfahren. (Stand 16.01.2020)

Zusammenfassung der Entscheidungen

Aus den bisher ergangenen Urteilen ist festzuhalten, dass die Berichtigung des Grenzkatasters im Zusammenhang mit in der Vermessungsurkunde fehlerhaft ausgewiesenen Koordinatenwerten von Grenzpunkten möglich ist. Zudem ist die Berichtigung aufgrund einer fehlerhaften Einverleibung möglich, wobei die Quelle des Fehlers eine sonstige – nicht näher bezeichnete – Unrichtigkeit sein kann. Die Prüfung der materiellen Richtigkeit einer Urkunde ist aber kein Bestandteil der Prüfung der Behörde im Verfahren der Berichtigung des Grenzkatasters nach § 13 VermG.

Da die Koordinaten von Grenzpunkten beim Anschluss nach § 3 Abs. 1 VermV an unterschiedliche Festpunktnetze in der Natur zu unterschiedlichen Punkten führen, ist laut

BVwG-Erkenntnis davon auszugehen, dass eine materielle Berichtigung des Grenzkatasters vorliegt mit dem Ziel einen Fehler bei der Vermessung für die Vermessungsurkunde zu korrigieren. Auch die berichtigten Koordinaten führen beim Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller VermV zu den bestehenden Metallmarken in der Natur. Laut dem Gericht widerspricht dies „... jedoch dem Gedanken der Rechtssicherheit, des Vertrauensschutzes und der Gesetzessystematik, könnten dem Beschwerdeführer, entgegen den rechtsverbindlich im Grenzkataster einverleibten Koordinatenwerte, die in der Natur befindlichen Punkte (Metallmarken) entgegengehalten werden.“. Es bleibt daher abzuwarten, wie der VwGH als höchstgerichtliche Instanz in dieser Sache entscheidet. Sollte die Erkenntnis des BVwG bestätigt werden, hätte dies weitreichende Folgen für die Bemühungen zur Homogenisierung des Festpunktefeldes und die Administration des Grenzkatasters allgemein. So würden die Koordinaten jeder Vermessungsurkunde, die als Grundlage zur Einverleibung in den Grenzkataster dient, unberücksichtigt der Konformität des Festpunktanschlusses nach § 3 Abs. 1 VermV, mit dem Zeitpunkt der Einverleibung rechtsverbindlich und unverrückbar werden. Andererseits würde die Rücksteckung von Koordinaten mit aktuellem Anschluss an das Festpunktfeld dann nicht zu den Grenzkennzeichnungen in der Natur führen und viele Bauwerke würden den gesetzlichen Mindestabstand zur Grundstücksgrenze unterschreiten.

3 Entwicklung des österreichischen Katasters und des Festpunktfeldes

Dieses Kapitel behandelt die historische Entwicklung der österreichischen Landadministration mit dem Schwerpunkt auf die Schaffung eines flächendeckenden Festpunktfeldes und der Einführung des Grenzkatasters.

3.1 Entstehung und Entwicklung des Katasters

Im Jahr 1718 führte die österreichische Verwaltung den Mailänder Kataster für die Provinzen in Italien ein. Dieser beruhte auf der Vermessung und zeichnerischen Darstellung von Johann Jakob Marinoni und stellte den Beginn der systematischen Katastervermessung dar. (Zeger, 1991, S. 7; Ernst Abart, & Twaroch, 2017, S. 76)

Mit der Einsetzung der Theresianischen Steuerrektifikation schuf Maria Theresia im Jahr 1748 die Grundlage für die einheitliche Besteuerung von Grund und Boden, die auch als Theresianischer Kataster bezeichnet wird. Diese Form der Landadministration beinhaltete fast keine Vermessungen und Darstellungen, sie diente nur zur Bemessung der steuerlichen Abgaben. (Ernst, Abart & Twaroch, 2017, S. 77; Scharr, 2017, S. 37)

Im späten 18. Jahrhundert wollte Kaiser Josef II. die Besteuerung pro Parzelle nach dem Bruttoertrag und ohne Rücksicht auf die soziale Stellung der Grundeigentümer einführen. Mit der Schaffung von Katastralgemeinden und der Vermessung von über 200.000 km² des Kaiserreiches in nur vier Jahren ab 1785 legte der Josephine Kataster den Grundstein für die Definition von räumlich abgegrenzten Verwaltungseinheiten. Durch den Druck der Stände im Jahr 1790 mussten die Bestrebungen allerdings eingestellt werden bzw. sogar rückgängig gemacht werden. Als Grundsteuerprovisorium bis zur Fertigstellung des Franziszeischen Katasters war er aber noch viele Jahre gültig. (Twaroch, Hiermanseder, Mansberger & Navratil, 2016, S. 120f; Scharr, 2017, S. 43)

Es dauerte bis zum Jahr 1817, als Kaiser Franz I. das Grundsteuerpatent erließ und damit die flächendeckende Erstellung eines stabilen Katasters mit maßstäblicher zeichnerischer Darstellung für das Gebiet der Monarchie in Auftrag gab. Die Einbindung aller Grundstücke in den Franziszeischen Kataster sollte allen Zweigen der Verwaltung dienen und nicht nur der Grundsteuerbemessung. Die Kartierung erfolgte im Militärmaßstab 1:2880 sowie daraus abgeleiteten Maßstäben und dauerte von 1817 bis 1864 (siehe Abbildung 1). Die lange Dauer der Vermessungsarbeiten bedingte eine Aktualisierung des Katasters bereits vor dessen Fertigstellung. Das Grundsteuerregelungsgesetz von 1869 sah eine Revision des stabilen Katasters alle 15 Jahre vor. Diese wurde wegen der hohen Kosten allerdings nur einmal durchgeführt. Mit der Einführung des Evidenzhaltungsgesetzes im Jahr 1883 wurde die Verständigungspflicht zwischen Kataster und Grundbuch geregelt. Die periodische Revision des Katasters wurde auf die Dokumentation und Einarbeitung aller Änderungen umgestellt. Die Evidenzhaltung des Grundsteuerkatasters erfolgte bis zum Jahr 1968 auf der Grundlage dieses Gesetzes. (Schwarzinger, 1986, S. 18; Zeger, 1991, S. 39ff & 338f; Mansberger, Ernst, Navratil & Twaroch, 2016, S. 183; Twaroch, Hiermanseder, Mansberger & Navratil, 2016, S. 126; Scharr, 2017, S. 44f; Ernst, Abart & Twaroch, 2017, S. 78)



Abbildung 1: Der urbane Raum. Franziszeischer Kataster 1:2880, Katastralgemeinde Stadt Hall. (Quelle: BEV-Innsbruck in Scharr, 2017, S. 45)

3.2 Entstehung, Schaffung und Verdichtung des Festpunktfeldes

Zur Einführung eines stabilen Katasters und für das Bedürfnis einer zusammenhängenden genauen Karte des gesamten Gebiets der Monarchie war die Schaffung eines Triangulierungsnetzes unumgänglich. Nach dem Erlass des Grundsteuerpatents wurde 1818 auch ein eigenes Büro für die Durchführung und Berechnung von trigonometrischen Triangulierungen eingesetzt, das auf den Vorarbeiten der Militärtriangulierungen aufbaute. Um die Verzerrungen durch den Einfluss der Erdkrümmung gering zu halten, wurden 7 Koordinatensysteme über das gesamte Monarchiegebiet verteilt festgelegt. Im Netz 1. Ordnung betrug die Seitenlänge der Dreiecke 15-30 Kilometer. Die Vorgabe war, pro Quadratmeile (entspricht ca. 57 km²) drei Ausgangspunkte für die graphische Triangulierung zu bestimmen. Um in möglichst vielen Gebieten gleichzeitig mit der Katastertriangulierung zu beginnen, wurden jeweils bereits gemessene lokale Basen für die Längeneinführung eingesetzt. Die Triangulierung wurde nicht streng nach aufsteigender Ordnung vorgenommen, da in den einzelnen Gebieten gleichzeitig auch die Detailvermessung vorgenommen wurde. Dadurch entstanden Zwangsbedingungen für nachfolgende Netzteile, die immer größer wurden je weiter die Triangulierung fortschritt. Die Stabilisierung der Netzpunkte erfolgte in einigen Kronländern erst Jahrzehnte nach der Durchführung der Beobachtungen, was zu hohen Punktverlusten und mangelnder Sicherheit der Identität der Punkte führte, da auch keine Skizzen zur Topographie der Netzpunkte erstellt wurde. Erst im Zeitraum 1867 – 1869 erfolgte eine Reambulierung des Netzes für einen Großteil der Monarchie, wobei die regionalen Koordinatensysteme vorerst beibehalten wurden. Mit der Einführung des Metermaßes 1871 wurde der Militärmaßstab 1:2880 abgelöst und durch metrische Maßstäbe ersetzt. Mit dem Evidenzhaltungsgesetz von 1883 wurde auch ein höherer Genauigkeitsgrad für die Detailaufnahme nach der Polygoninstruktion gefordert. Die genauen schriftlichen Anweisungen für die Durchführung von Triangulierung, Berechnung des Polygonnetzes, sowie der Grundstücksvermessung und Flächenermittlung bildeten die Grundlage für die vielfältige Verwendung des Grundsteuerkatasters über die Steuerbemessung hinaus. (Zeger, 1979, S. 1/20f; Schwarzinger, 1986, S. 27; Zeger, 1991, S. 316; Imrek & Mück, 2017, S. 73f)

Da die Stabilisierung der Triangulierungspunkte sehr mangelhaft erfolgte und die Punkte keinen rechtlichen Schutz genossen, gab es erhebliche Punktverluste. Aufgrund dieses Umstandes wurden die Punkte im Zuge der Revision dauerhaft ober- und unterirdisch stabilisiert und um eine topographische Beschreibung ergänzt. Der Wunsch nach einem einheitlichen Triangulierungssystem wurde immer größer. Mit dem Bestreben, die Arbeiten zur mitteleuropäischen Gradmessung (1863-1908), die mit genaueren Instrumenten und Methoden zur Bestimmung der Erdfigur durchgeführt wurden, auch für die Katastertriangulierung zu verwenden, wurden 1910 die ersten Vermessungsarbeiten für die Neutriangulierung durchgeführt. Kriegsbedingt konnten die Arbeiten nicht fortgesetzt werden und nach dem ersten Weltkrieg und dem Zerfall der Monarchie verblieben lediglich 82 Punkte des europäischen Gradmessungsnetzes auf dem Staatsgebiet der ersten Republik. Aufbauend auf diesem Netz entstand bis zum Jahr 1958 das Triangulierungsnetz 1. Ordnung mit 132 Punkten. Mit dem Jahr 1917 wurde die heute noch gültige Gauß-Krüger-Projektion eingeführt und ab 1921 auch bei den Neuvermessungen angewendet. Namentlich ab dem Jahr 1923 ist das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen gemeinsam mit den Vermessungsämtern verantwortlich für Organisation für Katasterangelegenheiten als Nachfolgeorganisation des Militärgeographischen Instituts (MGI). Durch die fortschreitende Verdichtung des Triangulierungsnetzes niederer Ordnungen nach dem zweiten Weltkrieg wurde die weitere Grundlage für die Detailvermessung geschaffen, um die bis dahin lokal vorgenommenen Messungen an das amtliche Landessystem anschließen zu können. Die Transformation der lokalen Pläne für den Übergang in das Landessystem erfolgte über Identpunkte. (Rohrer, 1935, S. 21ff; Zeger, 1979, S. 1/33f; Schwarzinger, 1986, S. 30f; Zeger, 1991, S. 336; Ernst, Abart & Twaroch, 2017, S. 110; Ernst & Kast, 2017, S. 111)

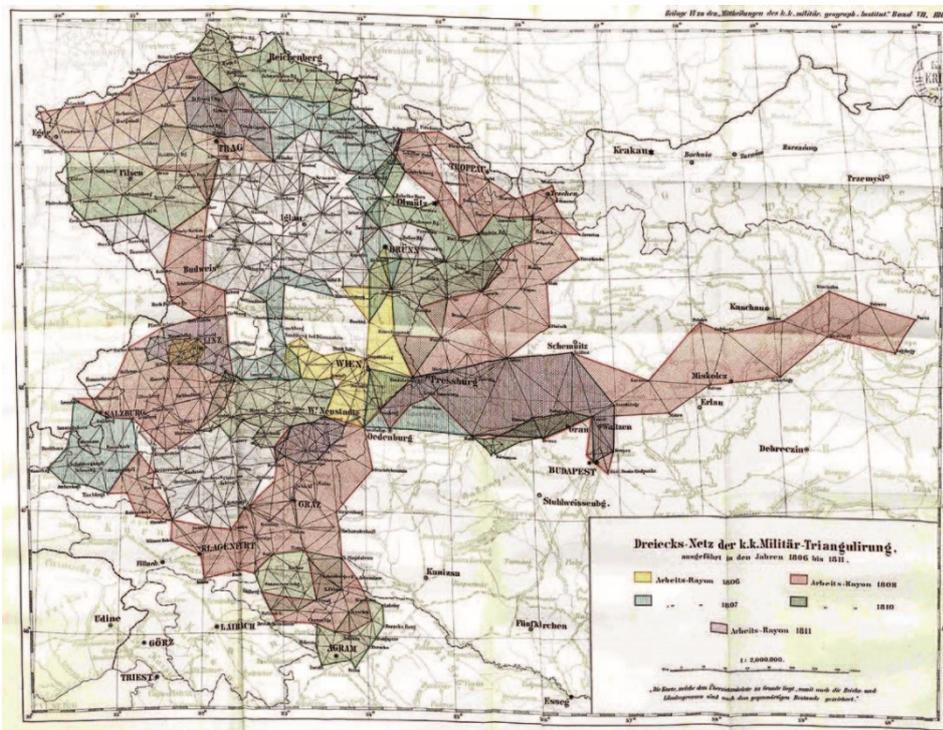


Abbildung 2: Dreiecksnetz der 1. Militärtriangulierung von 1806 -1811. (Quelle: Österreichisches Staatsarchiv in Imrek & Mück, 2017, S.74)

Für die langfristige Organisation des Katasters war die Schaffung eines flächendeckenden Festpunktfeldes unumgänglich und ab 1953 wurden weitere Festpunkte als sogenannte

Einschaltpunkte (EP) eingeführt. Mit einer geforderten Festpunktdichte von etwa 10 Festpunkten pro Quadratkilometer stießen die Messungen mit terrestrischen Methoden an ihre Grenzen. Die technische Weiterentwicklung der Photogrammetrie trieb die schnelle Verdichtung des Festpunktfeldes mittels Luftbildauswertung voran. Da das EP-Netz – im Gegensatz zum TP-Netz – nicht als Allzweckfestpunktnetz angesehen wurde, musste die Genauigkeit und die Wirtschaftlichkeit aufeinander abgestimmt werden. Die flächendeckende Schaffung von Einschaltpunkten in einer vernünftigen Zeit war somit nur mit Hilfe der Photogrammetrie möglich. Durch dauerhafte Stabilisierung am Boden und die Luftsichtbarkeit mittels Farbanstrich für die Befliegung konnten die Landeskoordinaten der Punkte über Passpunktmessungen im Fluggebiet bestimmt werden. Aus heutiger Sicht ist die photogrammetrische Verdichtung des Festpunktfeldes kritisch zu betrachten, da die angenommene Genauigkeit für die Punktlage nicht erreicht wurde und deutlich schlechter ist als für die moderne Katastervermessung erforderlich ist. Mit dem ersten Vermessungsgesetz, das 1968 erlassen wurde, ist die Schaffung und Erhaltung eines engmaschigen Netzes von Festpunkten zur Aufgabe der Landesvermessung und der Anschluss an das amtliche Festpunktfeld zur gesetzlichen Pflicht geworden. Als Voraussetzung für die Neuanlegung des Grenzkatasters muss für die jeweilige Katastralgemeinde ein entsprechendes Festpunktfeld vorhanden sein. Durch den technischen Fortschritt im Bereich der Messmittel, insbesondere der elektronischen Streckenmessung, wurde das Festpunktfeld laufend übermessen und die Koordinaten der Festpunkte durch Neurechnung und Ausgleichung geändert. Es gibt in Österreich immer noch mehrere tausend Einschaltpunkte deren Bestimmung ausschließlich photogrammetrisch erfolgt ist und die somit auch mit zufälligen Abweichungen bis hin zum Dezimeterbereich behaftet sind. Alle Festpunkte weisen die Eigenschaft auf, dass sie dauerhaft stabilisiert sind, Koordinaten im Landessystem besitzen, durch eine alphanumerische Bezeichnung eindeutig identifizierbar sind und eine topographische Beschreibung zum leichteren Auffinden in der Natur vorliegt. Im Jahr 2000 erreichte das Festpunktfeld eine Höchstzahl von 300.000 Festpunkten. Aufgrund von Punktverlusten z.B. durch Bautätigkeit und fehlende Wartung ist die Zahl seither abnehmend. (Wessely, 1957, S. 16ff; Stickler & Waldhäusl, 1965, S. 186; Zeger, 1979, S. 1/36; Otter, 2015, S. 7 & S. 48; Imrek & Mück, 2017, S. 80)

Mit der Verfügbarkeit von hochgenauer Positionierung mit Satellitennavigationsdiensten werden vom BEV auch ETRS89-Koordinaten für alle Festpunkte bestimmt, die seit 2011 auch an Kunden abgegeben werden. Durch den Einsatz dieser Methode zur Koordinatenbestimmung ist die vorhandene Dichte des Festpunktfeldes für neue Vermessungen nicht mehr erforderlich. Für die Rekonstruktion des Festpunktanschlusses aus vorangegangenen Vermessungen ist es aber weiterhin notwendig die Lage der verwendeten Festpunkte einzubeziehen, um die Nachbarschaftsgenauigkeit einhalten zu können. Der Widerspruch zwischen einem inhomogenen und wartungsintensiven Festpunktfeld und dem vergleichsweise kostengünstigen homogenen ETRS89-System stellt das BEV vor die Aufgabe das Festpunktfeld zu modernisieren. Aktuell (Stand: 13.01.2020) umfasst das österreichische Festpunktfeld 57.660 Triangulierungspunkte und 160.000 Einschaltpunkte. Davon sind bei 55.800 (96,8 %) TP-Punkten und bei 116.000 (72,5 %) EP-Punkten amtliche ETRS89-Koordinaten verfügbar. (Otter, 2015, S. 38; Imrek & Mück, 2017, S. 81ff; BEV, 2020)

3.3 Der Grenzkataster

Bis zum Inkrafttreten des Vermessungsgesetzes am 1. Jänner 1969 diente der Kataster zur Ersichtlichmachung von Eigenschaften der Grundstücke, wie z.B.: Fläche, Nutzungsart und zur Darstellung bzw. Dokumentation von Nachbarschaftsbeziehungen. Mit der Einführung des Grenzkatasters wurde das öffentliche Verzeichnis um die Möglichkeit des verbindlichen Nachweises der Grenzen erweitert. Der Grenzkataster genießt öffentlichen Glauben, somit kann jeder auf die Richtigkeit des Grenzkatasters vertrauen. Vor Einführung des Grenzkatasters wurden zwar Grenzzeichen wie z.B. behauene Granitsteine als Kennzeichnung der Naturgrenze gesetzt, den Koordinaten dieser Grenzpunkte kam aber bei Verlust keine rechtliche Verbindlichkeit zu. Die Naturgrenze spielt auch im Zusammenhang mit dem Grenzkataster eine Rolle, wenn auch eine untergeordnete. Da jede Messung fehlerbehaftet ist, ist nur innerhalb der Unsicherheit der Papiergrenze (Definition der Schranke in der VermV, bis 1994 ± 20 cm, ab 1994 ± 15 cm, seit 2012 ± 5 cm) die Naturgrenze maßgeblich für den Grenzverlauf. Die wichtigsten Bestimmungen des Grenzkatasters sind die verpflichtende Vorweisung der Grundgrenzen, die Zustimmung aller Eigentümer im Zuge einer Grenzverhandlung, die dauerhafte Kennzeichnung der Grenzen und der verpflichtende Anschluss an das amtliche Festpunktfeld unter Einhaltung der amtlichen Fehlergrenzen. Bei Verlust der Grenzzeichen in der Natur kann eine technische Wiederherstellung anhand der Grenzkatasteroperatereinfach durchgeführt werden. Die Umwandlung von Grundstücken vom Grundsteuerkataster in den Grenzkataster hat ein stabiles Festpunktfeld zur Voraussetzung. Erst dann kann die Vermessungsbehörde ein Verfahren zur teilweisen Neuanlegung des Grenzkatasters (TNA) einleiten. Seit März 2011 ist in allen Katastralgemeinden Österreichs das Verfahren zur teilweisen bzw. allgemeinen Neuanlegung eingeleitet und somit die Möglichkeit für die Umwandlung in den Grenzkataster gegeben. Die allgemeine Neuanlegung (ANA) bezieht sich auf die Umwandlung aller Grundstücke einer Katastralgemeinde und fällt in den Wirkungsbereich des BEV. Bis heute wurden 43 Verfahren zur allgemeinen Neuanlegung des Grenzkatasters eingeleitet. Davon ist nur noch ein Verfahren in der KG Urfahr (Vermessungsamt Linz) im Gange. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist seit der VermG-Novelle 2016 auch eine gebietsweise Neuanlegung für Teile einer Katastralgemeinde möglich. Ein entsprechendes Verfahren dazu wurde bisher noch nie eingeleitet (Stand 13.01.2020). Eine Ausnahme für den Grenzkataster bilden ausgewiesene Gebiete mit Bodenbewegungen, für die das Vermessungsamt die Grenzkatastereigenschaft verwehren kann, bzw. bestehende Grundstücke per Bescheid aus dem Grenzkataster entlassen kann. Die Kennzeichnung von Grenzkatastergrundstücken wird im Grundbuch und Grundstücksverzeichnis mit dem Indikator „G“ vorgenommen. In der graphischen Darstellung der Digitalen Katastralmappe (DKM) wird der Grenzkataster durch die Unterstreichung der Grundstücksnummer mit drei getrennten Strichen angezeigt. (Twaroch, 2017, S. 84; Ernst, Abart & Twaroch 2017, S. 118f; Müller-Fembeck, 2018, S. 261; Burtscher, Holler, Müller-Fembeck & Stix, 2019, S. 276; BEV, 2020)

In der praktischen Anwendung des Grenzkatasters ergibt sich unter anderem das Problem, die verbindlichen Grenzen zu garantieren. Ein praxisrelevantes Beispiel zeigt, dass der Umgang mit dem Grenzkataster nicht immer den idealtypischen Ansätzen folgt.

„Bei einer Grenzkatastergrenze aus den 70er Jahren erfolgt eine Teilung und der neue Grenzpunkt der Teilungslinie muss in die Gerade ein-gerechnet werden. In der Natur existiert eine

unveränderte Mauer. Die Grenzpunkte in der Natur (Mauerecken) passen innerhalb der Punktlageidentität von 20 cm oder richtiger gesagt, weichen von den Koordinatenwerten um fast 20 cm ab. Wie lösen? Den Neupunkt zwischen die bestehenden Koordinatenwerte einrechnen und in der Natur mit diesem Koordinatenwert abstecken? Dies wird in der Natur ein „Eck“ in der geraden Grenze ergeben, im schlimmsten Fall von 20 cm. Oder den Neupunkt in die Gerade in der Natur einfluchten und die Koordinatenwerte der alten G-Punkte an die Natur anpassen? Die damalige Vermessung ist aber nicht fehlerhaft gewesen, sodass eine Berichtigung der Koordinatenwerte gemäß § 13 VermG rein rechtlich gar nicht möglich wäre.

Wenn feststeht, dass die Grenze in der Natur unverändert ist, kann man hier vielleicht noch mit einer Anpassung der Grenzpunkte an die Natur über die Änderung der Koordinatenwerte argumentieren.

Wer kann aber immer garantieren, dass die in der Natur vorhandene Mauer immer noch die gleiche Mauer wie in den 70er Jahren ist oder hat vielleicht ein Grenzüberbau stattgefunden, der eine Teilung bedingen würde? Die Eigentümer haben gewechselt, keiner kann bestätigen, dass die Mauer unverändert ist. Derzeit existiert keine rechtlich saubere Lösung für diese Problematik. Und das im Lichte des Baurechtes und der Rechtsprechung von Zivilgerichten, wo keine Toleranzen akzeptiert werden und auch bei 5 cm die überbaute oder vermeintlich überbaute Zaunsäule oder Mauer entfernt oder der Überbau abgeschremmt werden muss.“

(Quelle: Mag. Martin Müller-Fembeck, - 50 Jahre Grenzkataster: „Haben wir rechtlich etwas garantiert, das wir technisch gar nicht garantieren können?“, Zeitschrift für Vermessungswesen Heft 4/2018, S. 263)

4 Bezugskoordinatensysteme

Für die eindeutige Festlegung einer räumlichen Position wird ein geodätisches Bezugssystem (Referenzsystem) benötigt, das sich durch ein Koordinatensystem definiert. Dabei unterscheidet man lokale Bezugssysteme, die kleinräumig z.B. für die Katastervermessung eines Landes in Verwendung sind, und globale Bezugssysteme, deren Koordinatensysteme für die gesamte Erdfigur ausgelegt sind. (Möser, et al., 2012, S. 105; Bauer, 2018, S. 53)

4.1 Globale Bezugssysteme

Für die Darstellung von 3D-Positionen in einem global gültigen System ist die Festlegung eines Koordinatensystems durch die Beobachtung von Satellitensignalen erforderlich. Der Ursprung, des fest mit der Erde verbundenen Systems liegt im Geozentrum, die Z-Achse ist definiert durch die Drehachse der Erde, die XZ-Ebene wird durch die Z-Achse und den Nullmeridian in Greenwich definiert und die Y-Achse durch die Drehung der X-Achse um 90° gegen den Uhrzeigersinn (siehe Abbildung 3). Mit Hilfe von Satellitenbeobachtungen und Kombination von verschiedenen Messverfahren an den global verteilten Referenzstationen ist das ITRS (International Terrestrial Reference System) mit dem zugrundeliegenden Erdellipsoid GRS80 definiert. Bedingt durch die Kontinentalverschiebungen und andere Einflüsse, bewegt sich die eurasische Platte jährlich um etwa 2,5 cm. Somit ist das globale Referenzsystem ITRS mit seiner Bedingung, dass die Summe aller Bewegungen auf der Erdoberfläche gleich Null sein soll, für viele Anwendungen im europäischen Kontext nicht geeignet. Das Bezugssystem ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) ist die europäische Realisierung der Datumsfestlegung für ein globales Bezugskoordinatensystem. Um den Anforderungen eines stabilen Referenzsystems gerecht zu werden, ist diese Festlegung des ETRS89 abgeleitet aus den 17 auf der eurasischen Platte liegenden Referenzstationen des ITRS mit deren Koordinaten zur Epoche 1989.0. Durch die relativen Geschwindigkeiten der Referenzstationen auf der Erdoberfläche und durch Massenverschiebungen ändert sich auch die Realisierung dieses Koordinatensystems permanent und wird in unregelmäßigen Abständen von 2-5 Jahren als neuer Koordinatenrahmen veröffentlicht. Der aktuell in Österreich gültige Referenzrahmen als Realisierung des ETRS89 ist der EUREF Austria 2002. (Titz, Höggerl, Imrek & Stangl, 2010, S. 56; Otter, 2015, S. 26ff; Bauer, 2018, S. 62)

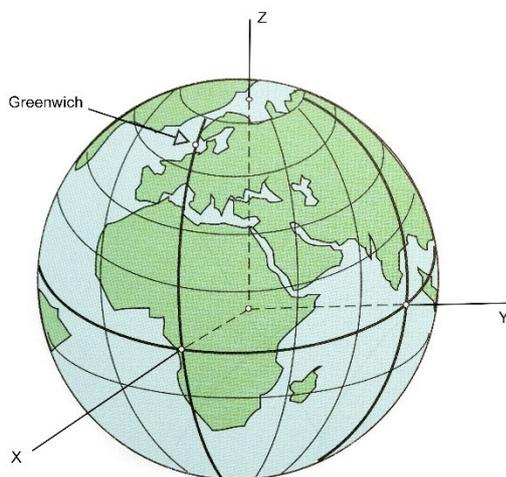


Abbildung 3: Globales 3D-Koordinatensystem. (Quelle: Bauer, 2018, S. 61)

4.2 Lokale Bezugssysteme in Österreich

Das geodätische Bezugssystem Österreichs ist das im Jahr 1892 definierte System MGI, das zur damaligen Zeit vom Militärgeographischen Institut definiert wurde. Die Lagerung ist festgelegt durch den Fundamentalpunkt auf dem Hermannskogel bei Wien und die Orientierung durch das astronomisch ermittelte Azimut der Dreiecksseite vom Hermannskogel zum Hundsheimer Berg. Als Bezugsfläche dient das Bessel-Ellipsoid aus 1841 mit den in der VermV definierten Parametern für die große und kleine Halbachse. Die Gauß-Krüger-Projektion als transversale Zylinderprojektion definiert die Abbildungsvorschrift der Messungen in die Ebene. In Österreich werden die drei Bezugsmeridiane 28, 31 und 34 Grad östlich von Ferro (Insel im Atlantik) für die Darstellung der Koordinaten von Festpunkten und Grenzpunkten verwendet (siehe Abbildung 4). Die Koordinatendarstellung bezieht sich auf ein linkshändiges, kartesisches Koordinatensystem mit Ursprung im Schnittpunkt zwischen Bezugsmeridian und Äquator. Für die Koordinaten in Österreich wird zur leichteren Darstellung häufig der Hochwert (X-Achse) um 5.000.000 m reduziert. (Zeger, 1979, S. 1/11f; Erker, 1997, S. 110; Ernst, Abart & Twaroch, 2017, S. 41f; Otter, 2015, S. 4ff)

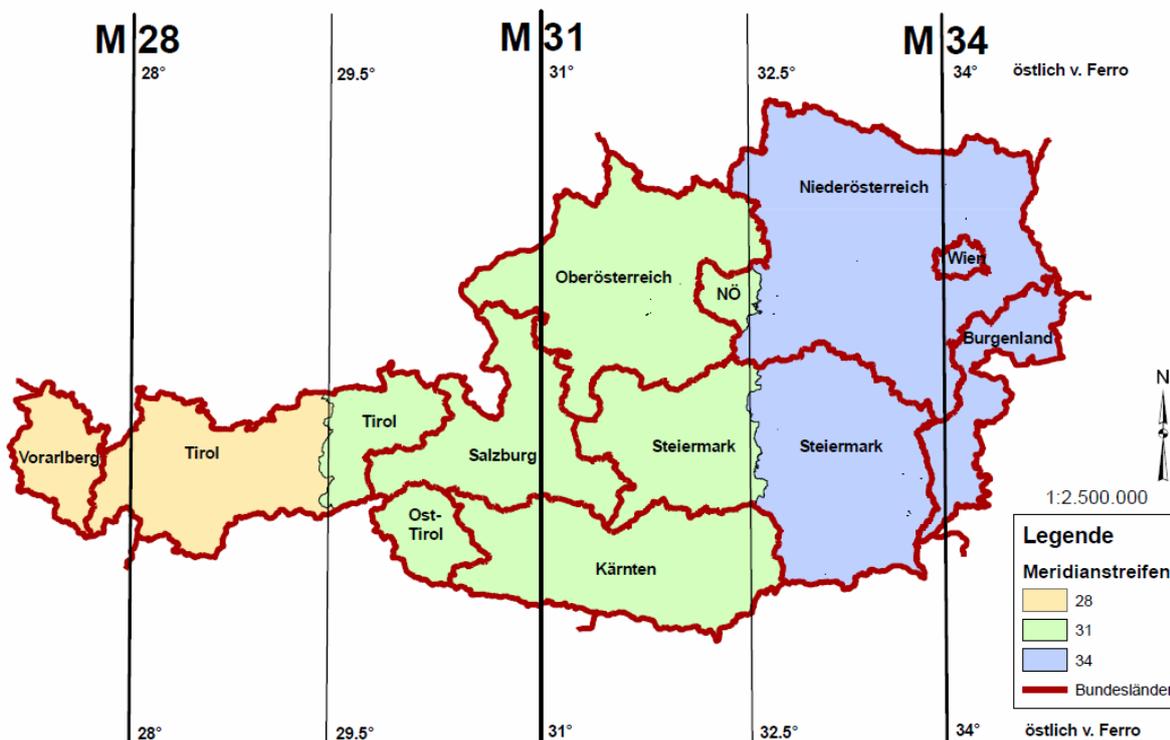


Abbildung 4: Zuordnung der Meridianstreifen. (Quelle: Otter, 2015, S. 15)

4.3 Amtliche Festpunkte

Als Ausgangspunkt für die Vermessungen im Landeskoordinatensystem dienen die amtlichen Festpunkte des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, die in ihrer Summe das Landessystem MGI realisieren. Die geschichtliche Entstehung des Festpunktfeldes ist in Kapitel 3.2 beschrieben. Daraus ergeben sich die Ordnungen des Festpunktfeldes von 1.-6. nach ihrer Entstehung. Die physische Realisierung des Landessystems MGI durch Festpunkte

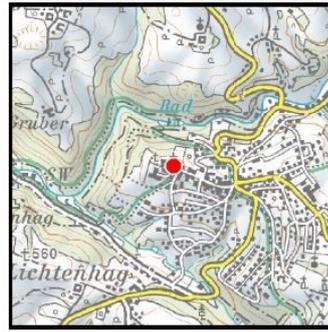
und deren Erhaltung ist entsprechend § 1 VermG Aufgabe des BEV. Die Stabilisierung der Triangulierungspunkte (1.-5. Ordnung) erfolgte in fast allen Fällen mittels nach Norden ausgerichteten und behauenen Granitsteinen mit unterirdischer Versicherung. Diese Art der Stabilisierung sichert die punktuelle und dauerhafte Repräsentation des Landeskoordinatensystems. Bei den Einschaltpunkten (6. Ordnung), die zur Verdichtung des Festpunktfeldes eingeführt wurden, sind auch weitere Stabilisierungsarten wie z.B. Eisenrohre, Gabelpunkte oder Metallplatten üblich. Ein Festpunkt kann auch durch mehrere Stabilisierungen definiert sein, wie z.B. Gipfelkreuze, Mastspitzen, Kirchentürme oder Bolzen. Für jeden Festpunkt existiert eine Übersichtskarte die die Arten der Stabilisierung, die Koordinaten, eine topografische Übersicht und weitere Metadaten enthält. Diese Punktkarten (siehe Abbildung 5) können über den Online-Shop des BEV bezogen werden und bilden die Grundlage bei der Erhebung für die weiterführenden Vermessungen der Ingenieurkonsulenten. Nach § 1 VermV haben Festpunkte folgende Eigenschaften: *„Die Koordinaten der Festpunkte haben innerhalb eines topografisch abgegrenzten Bereichs eine zweidimensionale einfache mittlere Punktlagegenauigkeit von maximal 2 cm bei Triangulierungs- und maximal 3 cm bei Einschaltpunkten.“* Es wird jedoch eingeräumt, dass diese Gültigkeit beschränkt ist: *„Festpunkte, die aufgrund von Bodenbewegungen, Netzspannungen oder Veränderungen der Stabilisierung in der Natur systematisch beeinflusst sind, und photogrammetrisch bestimmte Einschaltpunkte erfüllen diese Genauigkeitsansprüche nicht.“* Vor allem photogrammetrisch bestimmte Festpunkte können große Spannungen in kleinräumigen Gebieten aufweisen, da die Bestimmung aus Luftbildern mit – bezogen auf heutige Auswertemethoden - unzureichender Genauigkeit erfolgte. Bei der Schaffung der Festpunkte war man der Ansicht, dass die photogrammetrische Bestimmung eine Genauigkeit von $\pm 4,5$ cm mittlerem Punktlagefehler erreicht und somit für die Genauigkeit im Kataster tauglich ist, wenngleich die Anforderung an den mittleren Punktlagefehler eines Festpunktes im Jahr 1965 mit ± 10 cm angegeben wurde. Durch neuerlichen Ausgleich des Festpunktfeldes unter Einbeziehung der GNSS-Positionierung zeigt sich, dass benachbarte photogrammetrische Festpunkte eine Spannung von bis zu 20 cm zueinander aufweisen. Dies führt auch dazu, dass die Nachbarschaftsgenauigkeit für die abgeleiteten Grenzpunkte nicht erfüllt werden kann. Festpunktkoordinaten werden vom BEV laufend Neuberechnet und ausgeglichen. Teilweise wird für ganze Katastralgemeinden das Festpunktfeld neu berechnet und Koordinaten bis zum Dezimeterbereich angepasst. Diese Änderungen haben natürlich auch Auswirkungen auf die daraus abgeleiteten Grenzpunkte. So bekommen die Veränderungshinweise für Punkte in Gebieten mit Festpunktänderungen die Additionskonstante 9.000.000, um auf die mögliche Notwendigkeit der Transformation der Koordinaten bei der erneuten Vermessung hinzuweisen, bzw. die Additionskonstante 8.000.000, um zu signalisieren, dass die Koordinaten bereits amtswegig im Zuge der Neurechnung des Festpunktfeldes transformiert wurden. (Stickler & Waldhäusl, 1965, S. 191f; Kovarik, 1971, S. 46; Otter, 2015, S. 7ff; Ernst, Abart & Twaroch, 2017, S. 46ff; Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 167f)

Punktkarte

Triangulierungspunkt 252-32



Punktname: GRAMASTETTEN,PFARRKIRCHE
 Ordnung: 5
 Auflage der Punktkarte: 10
 Meridian: 31
 Bundesland: Oberösterreich
 Politische Gemeinde: Gramastetten
 Gerichtsbezirk: Urfahr
 Vermessungsbezirk: Linz
 Punkthinweis: EGH
 Letzte Begehung: 27.04.2010



KZ	Stabilisierung, Bezug	J.Lage	y _{GK} [m]	x _{GK} [m]	OP.Lage	h [m]	Op.Höhe	SHW
B1	TB/31759/SCHEITEL	1939	63282,79	5360699,61	O/53	546,52	O/2007	
C1	RS/OBERFLÄCHE	1992	63282,28	5360656,03	O/1987	543,13	O/2007	G
T1	KNAUF/MITTE	2010	63296,00	5360700,06	O/2010	597,89	O/2010	

KZ	KG-Nr.	KG-Name	Gst.Nr.	Mbl.
B1	45611	Gramastetten	.1	5237-75/2
C1	45611	Gramastetten	1/2	5237-75/2
T1	45611	Gramastetten	.1	5237-75/2

Lage- und Wegbeschreibung:

Teil 1 / 1

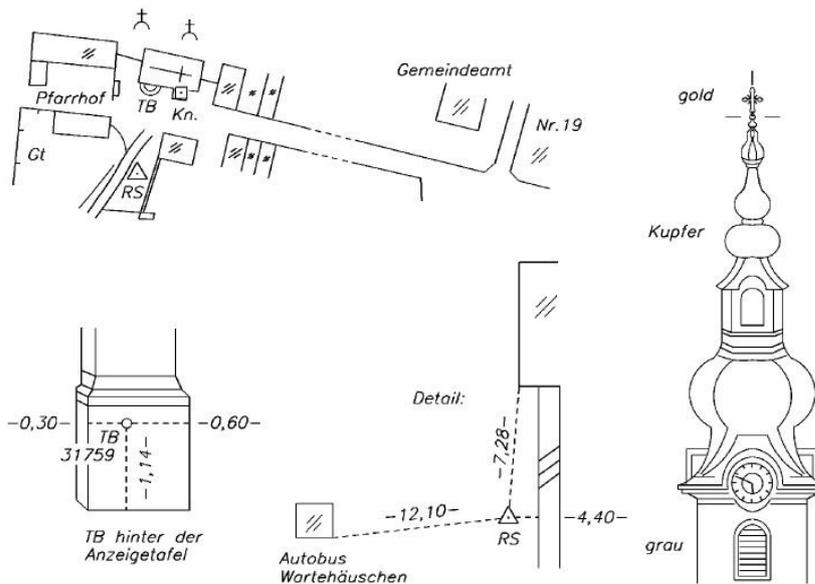


Abbildung 5: Beispiel Punktkarte MGI. (Quelle: Abfrage aus BEV-Shop)

5 Satellitenpositionierung und Transformation

Für den Übergang von Koordinaten im globalen Bezugssystem zu Koordinaten im Landessystem ist eine Transformation erforderlich, die über verschiedene Ansätze durchgeführt werden kann. In diesem Kapitel wird auf die Grundlagen zur zentimetergenauen Positionierung im System ETRS89 und die Transformation der Messungen in das Landeskoordinatensystem eingegangen.

5.1 Grundlagen Echtzeitpositionierung mit GNSS

Die Position eines GNSS-Empfängers ist bestimmt über die Laufzeitmessung zu mindestens 4 Satelliten. Das Gleichungssystem zur Ermittlung der 3D-Koordinaten des Empfängers und des Empfängeruhrfehlers ist damit lösbar. Durch diverse Fehlereinflüsse ist die Position bestenfalls im „Meterbereich“ ermittelbar. Die Hauptfehlerquelle ist dabei die mangelnde Kenntnis über die Signalverzögerungen durch die Zusammensetzung der Erdatmosphäre und ungenaue Bahndaten. Durch differenzielle Messungen und die Verwendung von Referenzstationen mit bekannten Koordinaten kann bei der RTK-Messung (Real Time Kinematic) eine Genauigkeit von besser als 1 cm in der Lage erreicht werden. Bei einem Empfänger in der Nähe der Referenzstation kann davon ausgegangen werden, dass die Positionsfehler bedingt durch die beschriebenen Fehlereinflüsse annähernd gleich zu jenen direkt an der Referenzstation sind und somit die berechneten Korrekturdaten auch auf den bewegten Empfänger übertragbar sind. (Bauer, 2018, S. 245ff)

5.2 Netzwerk RTK

Bei der Nutzung von APOS (siehe Kapitel 5.3) kann zwischen den zwei Konzepten VRS (Virtual Reference Station) und MAC (Master-Auxiliary-Concept) für die Netzwerk RTK-Lösung gewählt werden. Der Dienst stellt hierfür eigene Mountpoints zur Verfügung, über die die Korrekturdaten für die jeweilige Methode bezogen werden können. Das Grundprinzip folgt dabei der Bestimmung von Korrekturwerten der Satellitensignale an einer koordinativ bekannten Referenzstation und die Berechnung und Übermittlung der Korrekturen für einen bewegten Empfänger in der Nähe der Referenzstation. Durch ein Netz von Referenzstationen können die Korrekturen exakter bestimmt werden und die Daten vernetzt an einer Auswertestation berechnet werden. Daher spricht man in diesem Fall von Netz-RTK. (Otter, 2015, S. 32; Bauer, 2018, S. 419f; BEV, 2019, S. 11)

Beim Konzept der virtuellen Referenzstation (VRS) wird in unmittelbarer Nähe des bewegten Empfängers eine virtuelle Referenzstation mit virtuellen Messdaten und Korrekturdaten anhand von Berechnungen in der Rechenstation, abgeleitet aus den Messungen im Referenzstationsnetzwerk, generiert (siehe Abbildung 6). Der Empfänger sendet dabei seine genäherte Position an das Verarbeitungszentrum und erhält über eine kabellose Datenverbindung die entsprechenden Korrekturdaten. Durch Anbringen der Korrekturdaten an die Messungen des Empfängers werden die Fehlereinflüsse der ungenauen Satellitenbahndaten, sowie die Laufzeitverzögerung der Signale durch die Troposphäre und der Ionosphäre korrigiert und somit die zentimetergenaue Positionierung ermöglicht. (El-Mowafy, 2012, S. 169f; Otter, 2015, S. 32f)

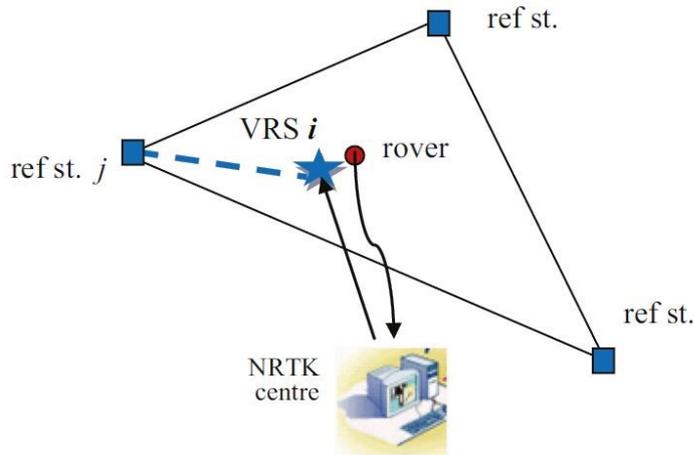


Abbildung 6: Konzept virtuelle Referenzstation VRS. (Quelle: El-Mowafy, 2012, S. 169)

Die zweite RTK-Variante der Punktbestimmung, die mit APOS möglich ist, ist das Master-Auxiliary-Konzept (MAC). Im Gegensatz zu VRS, bei der der Großteil der Auswertungen extern im Rechenzentrum stattfindet, erfolgt die Berechnung hier direkt am bewegten Empfänger. Zunächst sendet der Nutzer seine genäherte Position an die APOS-Zentrale und erhält von der nächstgelegenen Referenzstation (Master) die dort gemessenen GNSS-Rohdaten. Von weiteren in diesem Konzept einbezogenen Referenzstationen (Auxiliary), definiert durch eine fixe Anzahl oder einen gewählten Radius, erhält der Empfänger Koordinaten- und Korrekturdifferenzen relativ zur Master-Station (siehe Abbildung 7). Diese Daten werden dann empfängerseitig für die Berechnung der Position verwendet. Der Vorteil dieser Methode ist die Nachvollziehbarkeit der Positionsbestimmung, da nicht die Basislinienauswertung im Bezug zu einer virtuellen Referenzstation vollzogen wird, sondern zu einer physisch vorhandenen Station mit fixen Koordinaten. (El-Mowafy, 2012, S. 173f; Otter, 2015, S. 34f; Bauer, 2018, S. 420)

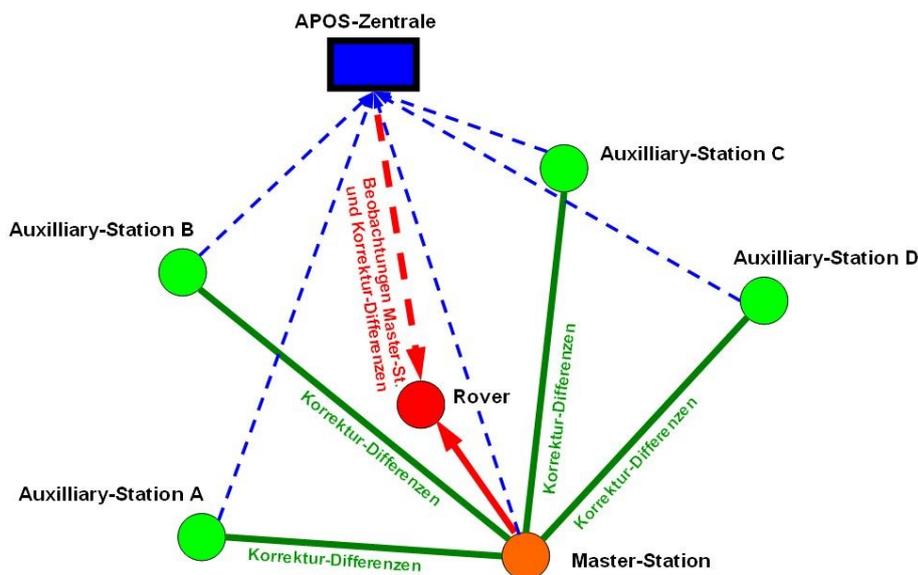


Abbildung 7: Master-Auxiliary-Konzept (MAC). (Quelle: Otter, 2015, S. 35)

5.3 GNSS-Satelliten-Positionierungsdienst APOS

Die hochgenaue Positionierung mit Hilfe von Satellitennavigationssystemen für das gesamte Staatsgebiet von Österreich setzt eine flächendeckende Infrastruktur von Referenzstationen voraus. Der Positionierungsdienst APOS (Austrian Positioning Service) wird vom BEV betrieben und umfasst aktuell 36 permanente GNSS-Referenzstationen in Österreich, sowie weitere Stationen im benachbarten Ausland zur länderübergreifenden Vernetzung (siehe Abbildung 8). Seit 2019 nutzt APOS als Multi-GNSS-Dienst die Signale der Systeme GPS, GLONASS und GALILEO und stellt damit ein Echtzeitservice für homogene 3D-Koordinaten im System ETRS89 bereit. Mit einer Verfügbarkeit von 99.96 % in der Zeit von 6-19h (Stand: November 2018) und mehr als 1150 Kunden (Stand: April 2019) ist der österreichische Dienst zuverlässig und nachgefragt. Das BEV bietet APOS Real Time in verschiedenen Datenformaten und Mountpoints für die Nutzer von RTCM fähigen GNSS-Empfänger an. Die Abrechnung erfolgt dabei über eine Sekunden-, Tages-, oder Monatspauschale. Neben APOS gibt es auch noch den österreichweiten Positionierungsdienst EPOSA, sowie weitere regionale Dienste wie KELSAT, NetFocus oder EVN-Positioning. (Höggerl, Titz & Zahn, 2007, S. 11ff; Zahn, 2019, S. 121ff; BEV, 2019, S. 17)

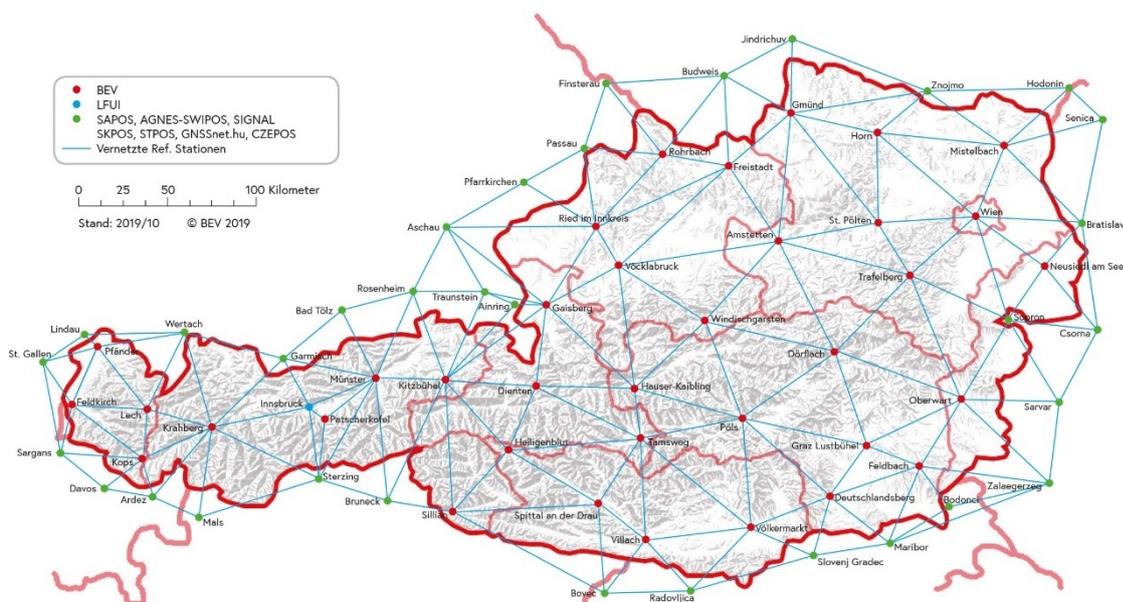


Abbildung 8: Übersichtskarte Stationen im APOS-Netzwerk. (Quelle: BEV, 2019, S. 12f)

5.4 1-Schritt Transformation (3D)

Bei der Verwendung des Satellitenpositionierungsdienstes APOS erhält man die Koordinaten des GNSS-Empfängers im erdfesten System ETRS89. Die Katastervermessung bezieht sich aber auf das Landeskoordinatensystem MGI mit dem jeweiligen Bezugsmeridian. Die Transformation zwischen den beiden Systemen ist nur möglich, wenn Passpunkte mit definierten Koordinaten in beiden Systemen vorliegen. Die Verteilung der Passpunkte sollte im Idealfall über ein größeres Gebiet gleichmäßig sein und kann Vollpasspunkte (Lage und Höhe), wie auch Lage- oder Höhenpasspunkte beinhalten. Für die Katastervermessung bilden die amtlichen Festpunkte die Grundlage für die Berechnung der Transformation. Unter der Voraussetzung, dass für beide Systeme die kartesischen 3D-Koordinaten bekannt sind, kann

die Transformation über eine 7-Parameter Transformation erfolgen (siehe Abbildung 9). Es gilt zu beachten, dass für die Berechnung von kartesischen Koordinaten im System MGI die ellipsoidische Höhe des Passpunkts bekannt sein muss.

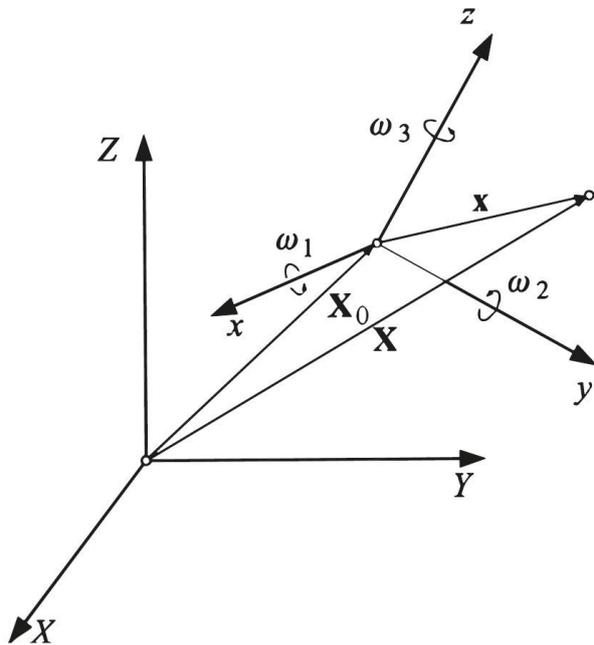


Abbildung 9: 3D-Helmert-Transformation. (Quelle: Niemeier, 2008, S. 349)

Die 7 Parameter ergeben sich aus der Verschiebung des Nullpunkts entlang der drei Koordinatenachsen, der drei Drehungen um die Achsen (in Formel 1 als Submatrizen vereinfacht angeschrieben), sowie einem allgemeinen Maßstabsfaktor, der für alle Koordinatenachsen angewendet wird (siehe Formel 1).

Formel 1: 7-Parameter 3D-Helmert-Transformation. (Quelle: Bauer, 2018, S. 65)

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{P1_{MGI}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Y \end{bmatrix} + (1 + dm) \begin{bmatrix} 1 & \alpha(z) & \alpha(y) \\ -\alpha(z) & 1 & \alpha(x) \\ \alpha(y) & -\alpha(x) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{P1_{ETRS89}}$$

Dabei wird versucht mit Hilfe der Ausgleichsrechnung durch Überbestimmung die Lösung mit den geringsten Restklaffungen in den Festpunkten zu finden. Die Verwendung von unterschiedlichen Passpunkten führt zu unterschiedlichen Ergebnissen, was dazu führt, dass für jedes Gebiet und die zugehörige Passpunktmenge ein anderer bestpassender Transformationsparametersatz existiert. Vom BEV wurde 1996 ein offizieller, österreichweiter Transformationsparametersatz von ETRS89- zu MGI-Koordinaten abgeleitet. Dieser bietet eine Bestimmung von homogenen MGI-Koordinaten für das gesamte Staatsgebiet, kann aber die lokalen Inhomogenitäten der amtlichen Festpunkte nicht abbilden. Dies führt zu erheblichen Differenzen zwischen den homogenen Koordinaten der Festpunkte und deren Gebrauchskordinaten bei der Verwendung des Parametersatzes (siehe Abbildung 11).

Österreichweiter Transformationsparametersatz ETRS89-MGI. (Quelle: BEV, 2010)

$$\begin{aligned}\Delta X &= -577,326 \text{ m} & \alpha(x) &= 5,137 \text{ " } \\ \Delta Y &= -90,129 \text{ m} & \alpha(y) &= 1,474 \text{ " } \\ \Delta Z &= -463,919 \text{ m} & \alpha(z) &= 5,297 \text{ " } \\ dm &= -0,0000024232\end{aligned}$$

Nach der Transformation liegen die kartesischen Koordinaten für das Bessel-Ellipsoid vor. Für die Verebnung ins Landeskoordinatensystem muss noch die Gauß-Krüger Projektion durchgeführt werden. Bei der Berechnung einer Transformation über amtliche Festpunkte für ein lokales Gebiet, ohne vorausgehende Anwendung des österreichweiten Parametersatzes, sind die Parameter für Verschiebung und Drehung relativ groß. Dies ist der Fall, weil die Drehung hier um den Ursprung des Koordinatensystems durchgeführt wird und dieser in mehr als 6.300 km Entfernung zum Messgebiet im Mittelpunkt der Erde liegt. Um Verschiebungen in Ähnlichkeit von ca. 10-20 Metern zum BEV-Parametersatz zu erhalten, ist die Transformation mit den Schwerpunktkoordinaten ratsam. (Hofmann-Wellenhof, Kienast & Lichtenegger, 1994, S. 65ff; Niemeier, 2008, S. 347f & S. 361f; Otter, 2015, S. 55f; Bauer, 2018, S. 65f)

5.5 2-Schritt Transformation

Für die Katastervermessung empfiehlt sich eine zweistufige Transformation für den Übergang von ETRS89-Koordinaten zu MGI-Koordinaten. Dabei wird zuerst eine 7-Parameter-Transformation (siehe Formel 1) mit dem österreichweiten Parametersatz (siehe Kapitel 5.4) des BEV durchgeführt. Nach der Projektion mittels Gauß-Krüger Abbildung für den jeweiligen Bezugsmeridian erhält man homogene MGI-Koordinaten, die aufgrund der Spannungen im Festpunktfeld bis zu 1,5 m von den Gebrauchskoordinaten, die für die Transformation verwendeten Festpunkte, abweichen können. Im zweiten Schritt wird nun eine 2D-Helmert-Transformation durchgeführt (siehe Abbildung 10) um das lokale Festpunktfeld anzunähern und die Restklaffungen in den Passpunkten zu minimieren. Dabei werden die Verschiebungswerte des Koordinatenursprungs, die Drehung um die Schwerpunktkoordinaten der verwendeten Festpunkte und der gemeinsame Maßstabsfaktor für X- und Y-Achse bestimmt (siehe Formel 2).

Formel 2: 2D-Helmert-Transformation. (Quelle: Niemeier, 2008, S. 344)

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}_{MGI_{gebr}} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} + (1+m) \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}_{MGI_{hom}}$$

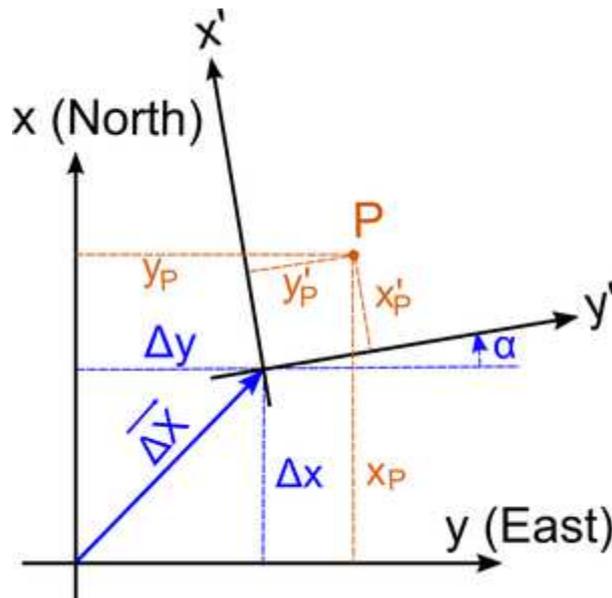


Abbildung 10: 2D-Helmert-Transformation. (Quelle: BEV-Transformator)

Damit können die mit der berechneten Transformation durchgeführten Messungen an das lokale Festpunktfeld angepasst werden und die Nachbarschaftsgenauigkeit zur Bestimmung der Grenzpunkte erreicht werden. Bei der Berechnung der 2D-Helmert-Transformation werden jene Parameter durch Ausgleich bestimmt, die gemeinsam mit der vorausgehenden 3D-Transformation bei den Außendienstarbeiten auf jede Punktbestimmung mit GNSS-Empfänger angewendet werden. Dies ermöglicht das direkte Messen von MGI-Koordinaten mit GNSS-Positionierung bzw. die Schaffung von Polygonpunkten für weitere Messungen mittels Totalstation in Gebieten, die keine Echtzeitinitialisierung zulassen, wie z.B.: innerstädtische Bereiche und Wälder mit großer Satellitenabschattung. Für die Einbeziehung der Höhe bei der Transformation kann bei kleinräumigen Gebieten eine ausgleichende Ebene durch die verwendeten Passpunkte gelegt werden oder der Verschiebungswert für die Höhe durch die vorhandenen Höhen der Festpunkte interpoliert werden. In dieser Arbeit wird auf die Höhen transformation nicht näher eingegangen, da der Schwerpunkt auf der Ermittlung von Lagekoordinaten liegt. (Hofmann-Wellenhof, Kienast & Lichtenegger, 1994, S. 70ff; Niemeier, 2008, S. 343f & S. 363ff; Otter, 2015, S. 56f; Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 168f; Bauer, 2018, S. 435ff)

5.6 Flächenbasierte GIS-GRID Transformation

Die flächenbasierte GIS-GRID Transformation zwischen dem globalen Referenzsystem ETRS89 und dem Landessystem MGI kann über Korrekturwerte bei der Verwendung von APOS oder über eine vom BEV bereitgestellte NTV2-Datei erfolgen. Dieses Datenformat ist ein Standard bei der Datenverarbeitung im GIS-Bereich und stellt Transformationsparameter für das gesamte Staatsgebiet in einem regelmäßigen Raster (30" in Länge und 45" in Breite, siehe Abbildung 11) bereit. Der Datumsübergang erfolgt über die Interpolation von den Verschiebungswerten der Rasterpunkte. Jeder Rasterpunkt hat einen zugeordneten Verschiebungswert in Länge und Breite, der die genäherte Umrechnung zwischen den Ellipsoiden GRS80 des globalen Systems und dem Bessel-Ellipsoid der österreichischen Landesvermessung ermöglicht. Das Produkt wurde vom BEV im Jahr 2010 aus rund 28.000 Triangulierungspunkten 1.-5. Ordnung abgeleitet (dies entspricht in etwa 10 % aller

Festpunkte) und bietet eine österreichweite Lagetransformation mit einer absoluten Genauigkeit von kleiner als 15 cm. Durch den Punktabstand im Raster von etwa einem Kilometer und durch den Umstand, dass keine Einschaltpunkte in die Berechnung eingeflossen sind, kann diese Transformationsmethode keine kleinräumigen Inhomogenitäten des Festpunktfeldes abbilden und ist nicht für die Verwendung in der Katastervermessung zugelassen. Der Vorteil des GRID-Verfahrens ist der stetige Übergang zwischen benachbarten Gebieten. Für GIS-Anwendungen ist die Genauigkeit in den meisten Fällen ausreichend, daher auch die entsprechende Produktbezeichnung. (Otter, 2012, S. 334; Otter, 2015, S. 57f)

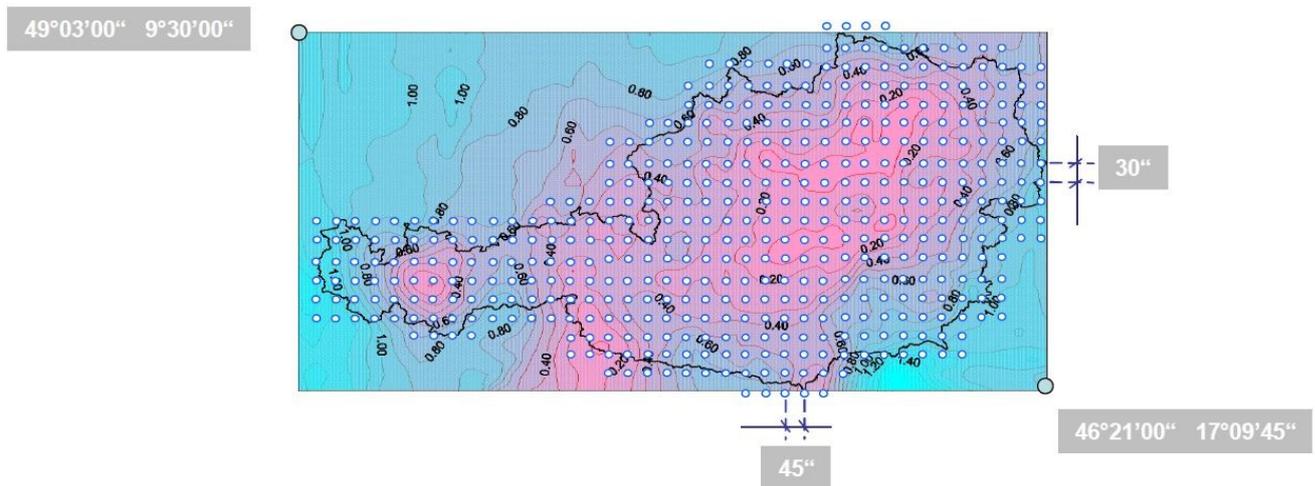


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Rasterpunkte im GIS-GRID und Restklaffungen in der Lage bei Verwendung des bundesweiten Parametersatzes für die 7-Parameter-Transformation. (Quelle: Otter, 2015, S. 58)

5.7 Qualitätsmerkmale von Transformationen

Würde man von fehlerfreien Festpunkten in zwei unterschiedlichen Systemen mit gleichem Maßstab ausgehen, so wäre jede Transformation eindeutig lösbar und führt immer zum gleichen Satz von Verschiebungs- und Rotationsparametern. Da jede Messung an sich schon durch zufällige Fehler beeinflusst ist und durch systematische Fehler aufgrund der schrittweisen Anlegung des amtlichen Festpunktfeldes in Österreich, ist die GNSS-Transformation für den Anschluss an das Festpunktfeld immer nur für die gewählten Passpunkte eindeutig bestimmt. Erst durch die Veröffentlichung von ETRS89-Koordinaten für die amtlichen Festpunkte durch das BEV ist eine Vergleichbarkeit der Transformationen gewährleistet. Daher sind bei Vermessungen im Kataster mit APOS - gemäß § 3 Abs. 3 VermV2016 - verpflichtend die amtlichen Koordinaten für die Berechnung der Transformation zu verwenden. Festpunkte ohne ETRS89-Koordinaten können durch direkte Messung oder Exzenter-Messung in die Berechnung miteinbezogen werden. Für die Transformation nach VermV ist, wie bei dem terrestrischen Anschluss an das Festpunktfeld, eine durchgreifende Kontrolle zu gewährleisten. Diese Kontrolle ist nach § 1 VermV auf folgende Weise erreicht: „Bei der Anwendung von satellitengestützten Messverfahren wird die durchgreifende Kontrolle durch die Verwendung von zumindest vier nächstgelegenen Festpunkten gewährleistet, die das Vermessungsgebiet umschließen.“ In vielen Fällen sind auch vier Festpunkte nicht ausreichend, um eine Aussage zur Qualität des Anschlusses zu treffen. Vor allem in spannungsbehafteten Gebieten mit photogrammetrisch bestimmten Einschaltpunkten sind vier Punkte meist zu wenig.

In der aktuellen Vermessungsverordnung werden für die Beurteilung von GNSS-Transformationen zwei Kriterien angeführt, die erfüllt sein müssen. § 6 VermV: „Die Bestimmung der Messpunkte ist so vorzunehmen, dass bei Anwendung von satellitengestützten Messverfahren die Restklaffungen in den Festpunkten aus einer ebenen Helmert-Transformation in der Gauß-Krüger Projektion gemäß § 1 Z 10 lit. b den Wert von 5 cm in der Lage und der Maßstabsfaktor der Transformation den Wert von 100 ppm nicht übersteigen dürfen.“ Dass die Restklaffungen im Zusammenhang mit der Qualitätsbeurteilung bei der Berechnung der Transformation mit wenigen Passpunkten nicht zielführend ist, zeigt auch ein Beispiel von Grillmayer & Blauensteiner (2017). Es wurde gezeigt, dass ein Punkt mit der größten Restklaffung bei der Bestimmung der Transformationsparameter über vier Festpunkte nicht gleichzeitig auch als grob falsch angenommen werden kann. Mit der Hinzunahme von weiteren Passpunkten zeigt sich bei diesem Beispiel, dass ein anderer Punkt als grob fehlerhaft zu bewerten ist (siehe Abbildung 12). Es ist daher eher darauf zu achten, dass die Drehung gering bleibt und der Maßstab möglichst nahe bei 1 liegt, da über die Restklaffungen durch mögliche Inhomogenitäten bzw. grobe Fehler einzelner Punkte keine gesicherte Aussage zur Qualität der Transformation getroffen werden kann. Im Zweifelsfall sind umliegende Passpunkte einzubeziehen, aber auch die Möglichkeit des Festhaltens des Maßstabes auf $1 + 0$ ppm ist eine Option.

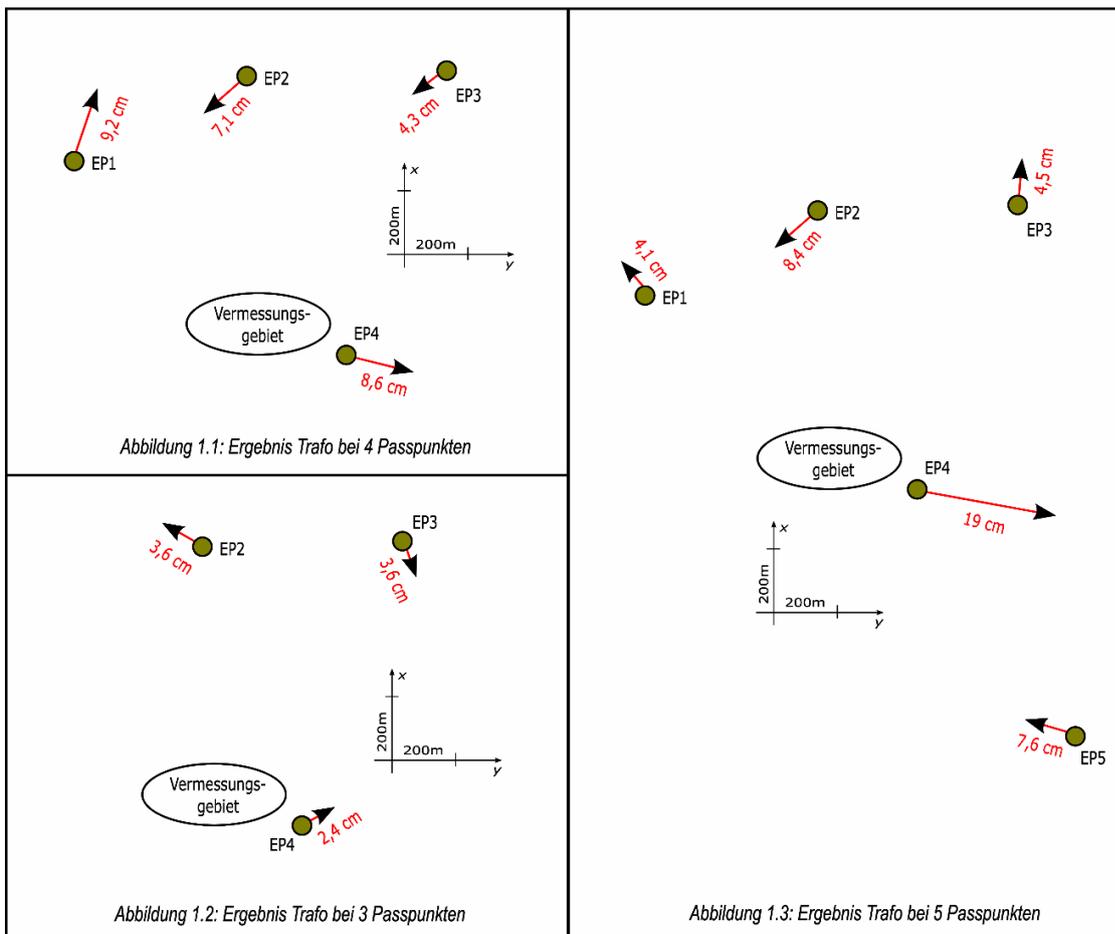


Abbildung 12: Beispiel zur Transformation mit unterschiedlicher Anzahl an Passpunkten. (Quelle: Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 169)

Mit 100 ppm, das entspricht 10 cm pro Kilometer, ist die Schranke für die Bestimmung des Maßstabes in der VermV sehr hoch angesetzt, wenn man bedenkt, dass eine

Nachbarschaftsgenauigkeit der Grenzpunkte von 5 cm gefordert wird. Bei großräumigen Vermessungen und der Verwendung hybrider Messverfahren ist hier bereits ein systematischer Fehler allein durch die Transformationsparameter vorhanden.

Die Drehung der ebenen Helmert-Transformation findet in der VermV keine Erwähnung. Es kann daher eine beliebig hohe Drehung bei der Transformation ausgewiesen werden, solange die Restklaffungen in den Festpunkten unter 5 cm liegen und der Maßstabsfaktor 100 ppm nicht übersteigt. Da die Drehung wie ein Orientierungsfehler bei der Stationierung wirkt, kann in Abhängigkeit der Entfernung zum Schwerpunkt die Lageänderung sehr groß werden. (siehe Abbildung 13).

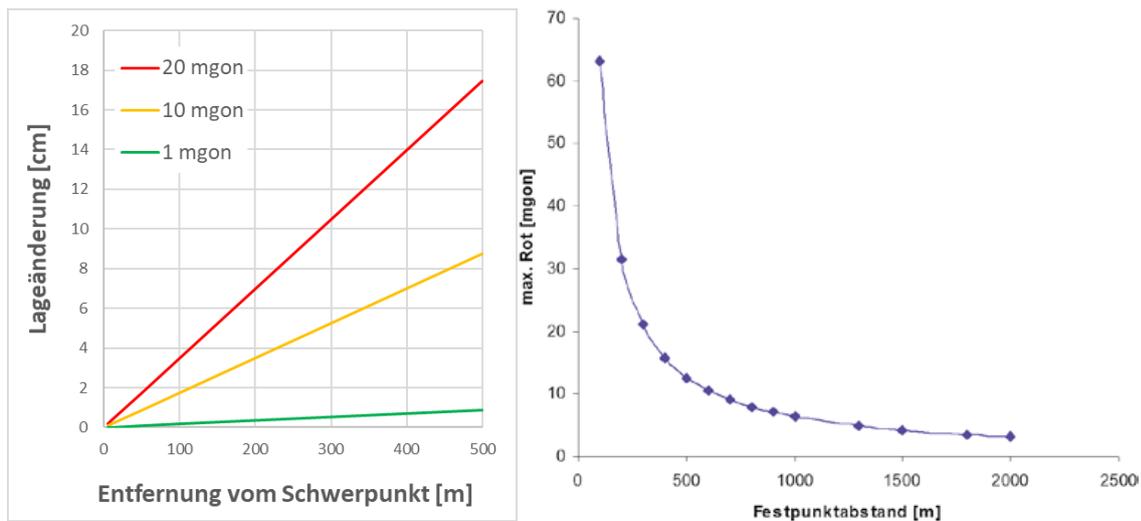


Abbildung 13 (links): Lageänderung in Abhängigkeit der Entfernung zum Schwerpunkt bei verschiedenen Rotationen. (rechts): Maximal zulässige Rotation für verschiedene Festpunktabstände unter Einhaltung der VermV. (Quelle: Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 172)

Der maximale Punktlagefehler von Festpunkten beträgt lt. VermV2016 7 cm. Ein weiteres Beispiel von Grillmayer & Blauensteiner (2017) zeigt die maximal zulässige Rotation unter Einhaltung der Punktlagegenauigkeit für verschiedene Festpunktabstände. Bei einem typischen Festpunktabstand von 300 m ergibt sich für die Minimalkonfiguration von 4 Festpunkten an den Eckpunkten eines Quadrats der Wert von 21 mgon, wenn der maximale Punktlagefehler vollständig durch die Rotation kompensiert wird (siehe Abbildung 13). Daraus lässt sich schließen, dass eine deutlich höhere Drehung auf einen groben oder systematischen Fehler hinweisen kann. In Gebieten in denen keine Stabilisierung der Nordrichtung über Fernziele erfolgen kann, wie z.B.: in engen Gebirgstälern, kann eine hohe Drehung auch Ausdruck einer systematischen Verzerrung des amtlichen Festpunktfeldes sein. Es ist dann auch möglich, dass die Festpunkte in benachbarten Tälern keinen direkten Zusammenhang zum übergeordneten TP-Feld haben. (Hofmann-Wellenhof, Kienast & Lichtenegger, 1994, S. 70ff; Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 169ff; Grillmayer & Blauensteiner, 2019, S. 44ff)

5.8 Homogenvektoren

Wie schon mehrfach erwähnt, weist das österreichische Festpunktfeld aufgrund der historischen Entwicklung Inhomogenitäten auf. Die amtlichen Koordinaten der Festpunkte sind dabei die Gebrauchskoordinaten im System MGI und sind nicht homogen. Durch die

Transformation von ETRS89-Koordinaten über eine 7-Parameter-Transformation mit dem österreichweit gültigen Parametersatz (siehe Kapitel 5.4) und anschließende Projektion ins Landeskoordinatensystem erhält man homogene MGI-Koordinaten, die eine Differenz zu den Gebrauchskordinaten der Festpunkte aufweisen. Diese Differenz in Lage und Höhe kann in Vektorschreibweise als sogenannter Homogenvektor dargestellt werden. Analog dazu spricht man bei der UTM-Abbildung von ETRS89 in das verebnete System von homogenen UTM-Koordinaten. Hierbei treten keine Klaffungen auf, da das System an sich schon homogen ist. Der Zusammenhang zwischen den beiden Systemen und der Übergang zwischen den Koordinatentypen ist in Abbildung 14 dargestellt. (Otter, 2015, S. 49f; Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 168)

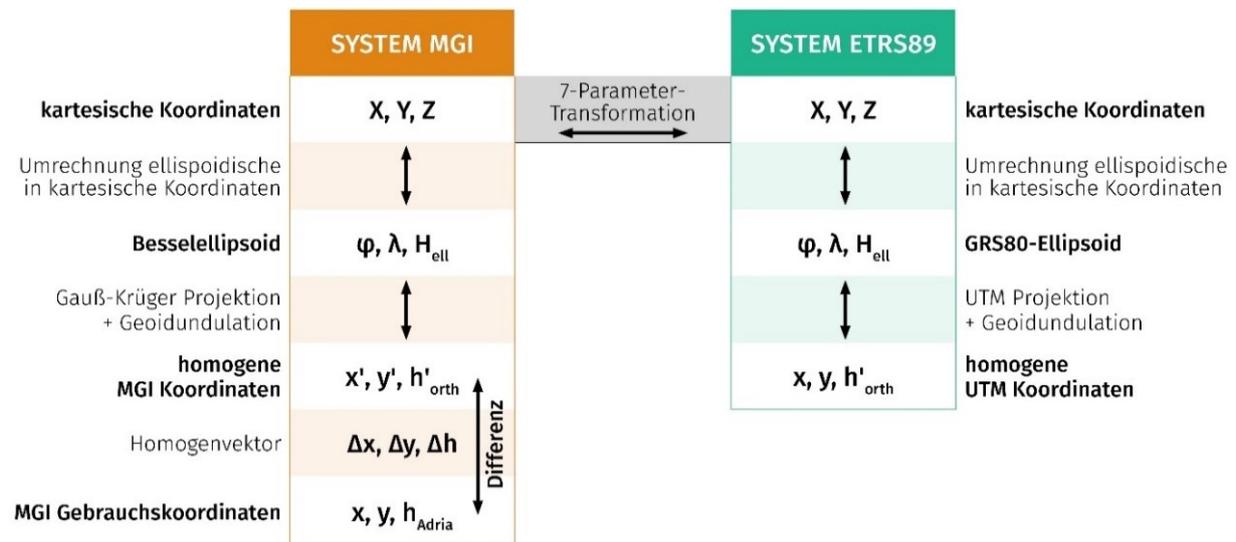


Abbildung 14: Zusammenhang und Umrechnung der Bezugssysteme MGI und ETRS89. (Quelle: eigene Darstellung nach Otter, 2015, S. 49)

Zur Ermittlung des Homogenvektors für Festpunkte gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die einfachste Art der Bestimmung ist die direkte Messung von ETRS89-Koordinaten an einem Punkt mit bekannten MGI-Koordinaten. Die Berechnung erfolgt dann über die Differenz der amtlichen MGI-Koordinaten und der berechneten homogenen MGI-Koordinaten. Eine zweite Möglichkeit ist die Neurechnung von terrestrischen Messdaten über einen Ausgleich im homogenen System. Zudem können Homogenvektoren auch aus Interpolation von den bekannten Werten umliegender Punkte ermittelt werden. Die Homogenisierung des Festpunktfeldes wird vom BEV aktiv betrieben und so werden aus GNSS-Basislinienmessungen und allen verfügbaren terrestrischen Messungen von Triangulierungspunkten der 1.-5. Ordnung die ETRS89-Koordinaten der Festpunkte durch Neuausgleich bestimmt, sowie alle Einschaltpunkte 6. Ordnung mit GNSS-Methoden zu Großteil mit APOS übermessen. Die Festpunktanzahl wird nach Abschluss der Homogenisierung und nach Überführung des Katasters in das System UTM nicht mehr in der heutigen Dichte benötigt, da für die Positionsbestimmung mit Satellitennavigationsdiensten wie APOS in einem homogenen System die kleinräumige Passpunktverteilung nicht mehr erforderlich ist. Eine herausfordernde Aufgabe wird allerdings die Homogenisierung des Katasters mit den Grenzpunkten, die allesamt von Festpunkten mit Gebrauchskordinaten abgeleitet wurden. (Otter, 2015, S. 48ff)

6 Methoden zur Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten

In den nachfolgenden Kapiteln wird aufgezeigt welche Möglichkeiten nach aktueller Rechtsvorschrift vorhanden sind, um Grenzkatasterkoordinaten in die Natur zu übertragen. Diese Aufgabe ist für Vermessungsbefugte im Rahmen von Liegenschaftsteilungen sowie bei Grenzwiederherstellungen von großer Bedeutung. Ebenfalls beschrieben werden alternative Methoden, die technisch möglich sind, aber nicht für die Verwendung im Kataster zugelassen sind (GIS-GRID). Die Auswertung und Beurteilung der Methoden erfolgt über den Vergleich der gemessenen Koordinaten mit den berechneten Koordinaten. Ein spezielles Augenmerk gilt dabei der Rücksteckung im spannungsbehafteten Festpunktfeld.

6.1 Aktuelle Möglichkeiten für Vermessungsbefugte nach Vermessungsverordnung und Vermessungsgesetz

Am Beginn der Arbeiten zur Durchführung einer Vermessung zur Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten steht die Erhebung der Digitalen Katastralmappe (DKM) mit Grundstücksverzeichnis, der umliegenden Festpunkte mit vorhandenen MGI- und ETRS89-Koordinaten, sowie die Erhebung der zugehörigen Archivpläne. Bei der technischen Rücksteckung ohne Änderung der Grundstücksgrenzen ist keine Urkunde zu erstellen und daher entfällt auch eine entsprechende Dokumentation des verwendeten Festpunktanschlusses und der erneuerten Kennzeichnung. Ungeachtet dessen ist es unbedingt erforderlich auch bei der technischen Rücksteckung die Vorgaben der Vermessungsverordnung einzuhalten. Die Abschnitte der VermV und des VermG, betreffend die Überprüfung und Vermessung von gegenständlichen Grenzpunkten und die einzuhaltenden Genauigkeiten sind nachfolgend angeführt:

§ 5. Überprüfung und Vermessung der Grenzpunkte

- (1) *Die Art der Kennzeichnung der gemäß § 4 in die Vermessung einzubeziehenden Grenzpunkte ist in der Natur zu erheben. Liegen für diese Grenzpunkte numerische Unterlagen vor und wurden diese zum Zeitpunkt einer vorausgehenden Vermessung gemäß § 845 ABGB gekennzeichnet, sind diese auf ihre unveränderte Lage zu überprüfen. Fehlende Kennzeichnungen sind zu erneuern.*

Bei der Vermessung sind die Kennzeichnungen der Grenzpunkte in der Natur zu ermitteln und mit den Kennzeichnungen der Entstehungsurkunde zu vergleichen und auf ihre unveränderte Lage zu überprüfen. Bei dieser Prüfung ist auf die Fehlergrenze zum Zeitpunkt der letzten Vermessung Bedacht zu nehmen. Für Grenzpunkte, die bei der Grenzvermessung gegenständig sind, ist die Kennzeichnung in der Natur vorzunehmen. Für die Erfüllung von § 5 Abs. 1 VermV ist die Erhebung der Archivpläne beim zuständigen Vermessungsamt bzw. bei digitaler Verfügbarkeit über den BEV Online-Shop erforderlich.

- (2) *Grenzzeichen sind hinsichtlich ihrer Lage als unverändert anzusehen, wenn ihre Kennzeichnung offensichtlich physisch ident ist und die Differenz, die sich aus den bisherigen und den zur Kontrolle bestimmten Maßen ergibt, nicht größer als 5 cm ist.*

Absatz zwei weist darauf hin, dass Grenzzeichen offensichtlich physisch ident sein müssen. Dies schließt beispielsweise einen liegenden bzw. sehr schräg stehenden Grenzstein explizit aus, da anzunehmen ist, dass zum Zeitpunkt der Vermessung der Stein gerade gesetzt wurde. Als die zur Kontrolle bestimmten Maße können Sperrmaße, oder Läufermaße herangezogen werden, die die innere Geometrie einer Urkunde verifizieren können, unabhängig von einer späteren Änderung des Festpunktfeldes.

- (3) *Bei Grenzzeichen, deren Kennzeichnung offensichtlich physisch nicht ident ist, ist die unveränderte Lage der überprüften Grenzpunkte auf Grund der Behelfe und der Zuverlässigkeit bei deren Übertragung in die Natur zu beurteilen. Für die Beurteilung sind die zum Zeitpunkt der Erstellung der vorhandenen Behelfe gültigen Genauigkeitsvorschriften unter Beachtung der Nachbarschaftsbeziehungen anzuwenden.*

Die direkte Rücksteckung der Grenzpunktkoordinaten in die Natur ist nur bei Punkten mit Grenzkatastereigenschaft zulässig, da hier die Papiergrenze lt. Koordinaten rechtsverbindlich ist und der Naturgrenze mit der Kennzeichnung nur eine untergeordnete Bedeutung im Toleranzbereich der Nachbarschaftsgenauigkeit zukommt.

- (4) *Die Koordinaten der Grenzpunkte sind bezogen auf die nächstgelegenen Fest- oder Messpunkte kontrolliert zu bestimmen, wobei die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen des § 6 Abs. 2 zu gewährleisten ist.*

Die Koordinaten der Grenzpunkte beziehen sich auf die inhomogenen Gebrauchskoordinaten der nächstgelegenen Festpunkte. Als nächstgelegen sind nach § 1 Z 15 VermV jene Festpunkte anzusehen, die „im Bereich des Vermessungsgebietes, genauigkeitstheoretisch eine homogene Nachbarschaftsbeziehung gewährleisten.“. Bei den terrestrischen Anschlussmessungen setzt § 1 Z 5 VermV Richtungs- und Streckenmessungen zu mindestens zwei nächstgelegenen Festpunkten voraus. Beim GNSS-Anschluss sind mindestens vier nächstgelegene Festpunkte zu verwenden, die das Vermessungsgebiet umschließen.

- (5) *Neue Grenzpunkte, die in bestehenden Grenzen zu liegen kommen, sind in diese einzurechnen. Sind der Anfangs- und/oder Endpunkt des bestehenden Grenzabschnittes noch nicht numerisch gegeben, so sind diese festzulegen und zu kennzeichnen, sofern diese Grenzpunkte nicht mehr als 50 m vom neuen Grenzpunkt entfernt und verhandelbar sind.*

Bei der Festlegung eines neuen Grenzpunktes in einer bestehenden Grenzgerade sind Anfangs- und Endpunkt festzulegen. Diese Bestimmung besitzt auf den ersten Blick nur Relevanz für Grundstücksgrenzen im Grundsteuerkataster. Doch auch im Grenzkataster können sich durch die unterschiedlichen Fehlergrenzen der alten Vermessungsverordnungen Widersprüche ergeben. Ein Beispiel, wie die Einrechnung eines Punktes im Grenzkataster zu einem rechtlichen und technischen Problem gleichermaßen werden kann, ist in Kapitel 3.3 angeführt.

§ 6. Genauigkeit der Messungen

- (1) *Die Bestimmung der Messpunkte ist so vorzunehmen, dass*

- 1. bei Anwendung von satellitengestützten Messverfahren die Restklaffungen in den Festpunkten aus einer ebenen Helmert-Transformation in der Gauß-Krüger Projektion gemäß § 1 Z 10 lit. b den Wert von 5 cm in der Lage und der Maßstabsfaktor der Transformation den Wert von 100 ppm nicht übersteigen dürfen. Die satellitengestützte Messung selbst ist so durchzuführen, dass bei der Punktbestimmung die einfache mittlere Punktlagegenauigkeit von 2 cm gesichert ist.*

Die Verwendung von GNSS-Messungen im Kataster ist aus Kosten- und Zeitgründen zum Standard geworden. Seit Inkrafttreten der VermV2010 ist es rechtlich möglich den Anschluss an das Festpunktfeld mit satellitengestützten Messverfahren vorzunehmen. Bei allen Vermessungen vor dem Jahr 2010 basiert demnach die Umwandlung von Grundstücken in den Grenzkataster auf terrestrischen Anschlussmessungen. Diese, dem Stand der Technik entsprechenden, geänderten Voraussetzungen führen dazu, dass die Inhomogenitäten im Festpunktfeld nicht gleichermaßen auf die abgeleiteten Grenzpunktkoordinaten wirken. Mit der VermV2010 wurden erstmals Satellitenverfahren zugelassen, jedoch ohne Vorgaben zur Anzahl der Festpunkte, zu Maximalwerten der Restklaffungen oder zum maximalen Maßstabsfaktor. Bei der Transformation über die Minimalkonfiguration von drei Passpunkten ist keine Kontrolle möglich. Auch grobe Fehler können nicht als solche erkannt werden, da diese durch die theoretisch in ihrer Größe unbegrenzten Parameter der Rotation und des Maßstabs kompensiert werden können. Gemeinsam mit der gesteigerten Nachbarschaftsgenauigkeit von 5 cm und den unzureichenden Qualitätskriterien kommt es zu dem brisanten Umstand, dass zwischen 2010 und 2016 erstellte Urkunden den Genauigkeitsanforderungen der VermV unter Umständen nicht gerecht werden, der Anschluss an das Festpunktfeld zum Zeitpunkt der Erstellung aber den gesetzlichen Vorgaben entsprochen hat. In der aktuellen VermV sind daher die Bestimmungen zum GNSS-Anschluss präzisiert. So müssen nun mindestens vier nächstgelegene Punkte, die das Messgebiet umschließen, verwendet werden, sowie die Anforderungen aus § 6 Abs. 1 Z 1 VermV erfüllt sein.

- 2. bei Anwendung terrestrischer Messverfahren eine einfache mittlere Punktlagegenauigkeit der einzelnen Messpunkte unter Annahme fehlerfreier Festpunkte von 4 cm nicht überschritten wird.*

(2) Die Bestimmung der Grenzpunkte ist so vorzunehmen, dass bei der Kontrollmessung eine maximale Abweichung von 5 cm in der Lage nicht überschritten wird.

Ist das Festpunktfeld jedoch homogen, da es bereits neu ausgeglichen und die Koordinaten der Festpunkte geändert wurden, so kann eine in der Natur festgestellte Verschiebung der Grenzpunkte auf eine noch anzupassende Koordinate hinweisen. Mit der Additionskonstante von 9.000.000 beim Veränderungshinweis des Grenzpunktes weist das Vermessungsamt darauf hin, dass seit der letzten Vermessung das Festpunktfeld geändert wurde und daher auch eine Änderung der Koordinaten erforderlich sein könnte. Eine Additionskonstante von 8.000.000 bedeutet, dass die Koordinaten im Zuge der Neurechnung des Festpunktfeldes bereits amtswegig transformiert wurden und daher die Grenzpunkte neue Koordinatenwerte erhalten haben. Hierbei können auch Grenzkatasterkoordinaten geändert werden, da es sich gemäß § 13 Abs. 4 VermG nicht um eine Berichtigung des Grenzkatasters aufgrund einer fehlerhaften Einverleibung handelt. Die betreffende Passage des VermG lautet:

- (4) *Ändert sich das Festpunktfeld durch Anpassung an einen übergeordneten Bezugsrahmen oder ergibt sich im Zuge der Arbeiten gemäß § 1 Z 1 eine Änderung in den Unterlagen für die Festpunkte, so ist dies keine Berichtigung im Sinne des Abs. 1. Die Koordinaten der Grenzpunkte sowie die Geocodierungen der Adressen werden in diesem Fall von Amts wegen mit Verordnung des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen geändert.*

Da diese Änderung per Verordnung des Vermessungsamtes durchgeführt wird, werden die Eigentümer über diesen Vorgang nicht persönlich informiert, sondern die von der Verordnung betroffenen Grundstücke lediglich im Amtsblatt für Vermessungswesen kundgemacht. Zur Frage, ob der Vertrauensschutz der Papiergrenze für die Koordinatenwerte durch diese Verordnung verletzt wird, gibt es aktuell noch keine höchstgerichtliche Entscheidung. Entsprechende widersprüchliche Auslegungen der Gerichte sind in Kapitel 2.1 zu finden. Eine Revision beim Verfassungsgerichtshof diesbezüglich ist aktuell noch nicht abgeschlossen.

6.2 Rücksteckung mit lokalen Identpunkten alter Urkunden

Werden alle Anforderungen an die bisher angeführten Bestimmungen der VermV nicht erfüllt, so bietet § 3 Abs. 2 VermV, der wie folgt lautet, die Möglichkeit einer lokalen Anfelderung.

„Werden bei der Bestimmung der Messpunkte beim Anschluss an das Festpunktfeld die unter § 6 angeführten Genauigkeitsgrenzen überschritten, so ist dem Plan das Ergebnis einer lokalen Anfelderung der Grenzpunkte anzuschließen.“

Um auch die lokale Anfelderung genau zu definieren, lautet § 1 Z 17 VermV:

„Lokale Anfelderung von Grenzpunkten: Die Anfelderung zwischen einem lokalen Koordinatensystem und dem geodätischen Bezugssystem ist eine zweidimensionale Helmert-Transformation mit einem Maßstabsfaktor kleiner als 100 parts per million (ppm). Dabei sind mindestens drei in ihrer Kennzeichnung unveränderte Grenz- oder sonstige Punkte zu verwenden.“

Damit wird ein Satz lokaler Koordinaten durch eine 2D-Helmert-Transformation bestmöglich an die vorhandenen Grenzpunktkoordinaten laut Kataster angepasst und die abzusteckenden Koordinaten der nicht vorhandenen Grenzpunkte über die errechneten Transformationsparameter bestimmt. Die lokalen Koordinaten können z.B. durch eine Feldaufnahme mit einer Totalstation im lokalen System, oder durch eine GNSS-Messung und Umrechnung der ETRS89-Koordinaten in homogene MGI-Koordinaten erhalten werden. Diese Transformation ist der Urkunde an Stelle des terrestrischen oder satellitengestützten Festpunktanschlusses anzuschließen. Es ist also möglich Vermessungen inkl. Teilungen im Grenzkataster durchzuführen, ohne an das amtliche Festpunktfeld anzuschließen, solange die Nachbarschaftsgenauigkeit von 5cm gewahrt bleibt. Es ist dabei zu hinterfragen, ob die aktuelle Definition der lokalen Anfelderung diese Vorgaben erfüllt, da die Verteilung der für die Anfelderung verwendeten Grenzpunkte nicht geregelt ist und die Überbestimmung der ebenen Helmert-Transformation bei drei verwendeten Passpunkten keine große Aussagekraft zur Qualität der Transformation hat. Beispielsweise könnten drei Punkte, die nur wenige Meter voneinander entfernt liegen und deren Abweichung zufälligerweise so gering sind, dass die

geforderten 100 ppm unterschritten werden, die Drehung aber bei 50 mgon liegt. Die resultierende Transformation kann dann zur Rücksteckung von verlorenen Grenzkennzeichnungen in deutlich größerem Abstand zur Basis der Transformation verwendet werden, konform mit der VermV wohlgermerkt.

Die Beurteilung der identen Kennzeichnung, die nach der letzten Vermessung unverändert geblieben sein soll, ist eine sehr subjektive Einschätzung. Bereits bei der Setzung von Grenzzeichen können diese z.B. aufgrund der Untergrundbeschaffenheit schief eingeschlagen werden und sind damit auch Jahre später noch ident, was bei erstmaliger Betrachtung unter Umständen zu einem anderen Urteil führen könnte. Offensichtlich lockere, schiefe oder herausstehende Grenzkennzeichnungen sind für die lokale Anfelderung nicht geeignet, da diese das Ergebnis verfälschen können. Im Zuge der Überprüfung von Grenzpunkten im erwähnt schlechten Zustand ist gegebenenfalls die Lage in der Natur zur korrigieren.

Die vorgeschlagene Vorgehensweise für die Berechnung der lokalen Anfelderung unterscheidet sich bei der Verwendung von terrestrischen und satellitengestützten Methoden. Bei der GNSS-Messung werden die ETRS89-Koordinaten mit dem österreichweiten Parametersatz für die 3D-Helmert-Transformation in homogene MGI-Koordinaten umgewandelt und diese als Basis für die Berechnung der 2D-Helmert-Transformation zur Anpassung an die Koordinatenwerte laut Kataster herangezogen. Bei der terrestrischen Aufnahme bilden die lokalen Koordinaten der Grenzpunkte ausgehend von einem beliebig gewählten Standort die Ausgangsbasis für die Berechnung der Transformationsparameter. Für die Kombination von satellitengestützten und terrestrischen Messungen bei der lokalen Anfelderung empfiehlt sich die Berechnung von homogenen MGI-Koordinaten aus den terrestrischen Messwerten, ausgehend von einer freien Stationierung über mittels GNSS-Messung ermittelten Polygonpunkten mit homogenen MGI-Koordinaten. Es ist wichtig die Anfelderung mit homogenen Koordinaten durchzuführen, da bei größeren Gebieten der aus der GNSS-Transformation bestimmte Maßstabsfaktor und die Rotation die Punktlage in Abhängigkeit zur Entfernung vom Schwerpunkt stark beeinflussen (siehe Kapitel 5.7).

6.3 Rücksteckung ohne Identpunkte

Sehr oft steht man vor dem Problem, dass aus den verschiedensten Gründen keine identen Grenzkennzeichnungen der Entstehungsurkunde in der Natur auffindbar sind bzw. die Erweiterung des Suchgebiets unwirtschaftlich ist oder man keinen direkten Bezug zum Interessensgebiet herstellen kann, da der Entstehungsurkunde andere Festpunkte zugrunde liegen. Bei der Rücksteckung ohne Identpunkte im Grenzkataster ist die Papiergrenze maßgeblich. Der Anschluss an das amtliche Festpunktfeld hat dabei nach aktueller VermV zu erfolgen. Eventuelle Überbauungen von Mauern, Zäunen oder sonstigen Bauten sollten im eigenen Interesse dokumentiert werden und gegebenenfalls in der Vermessungsurkunde als sonstige Linie mit S-Klammer dargestellt werden. Nachfolgend werden vier Methoden für die Durchführung der Rücksteckung erläutert. Zu beachten ist auch, dass die gemeinsame Verwendung von satellitengestützten und terrestrischen Verfahren die innere Geometrie der Grundstückskonfiguration verzerren kann, da die beiden Systeme nicht den gleichen Maßstab verwenden und ggf. auch Verdrehungen der Nordrichtung auftreten können.

6.3.1 GNSS-Transformation mit homogenen Festpunkten nach VermV

Im Idealfall erfüllt die mit den nächstgelegenen Festpunkten berechnete Transformation alle Anforderungen der VermV und die Grenzpunkte stimmen mit dem natürlichen Verlauf der Einfriedungen oder sonstigen Einrichtungen überein. Durch neuerlichen Ausgleich des Festpunktfeldes kann dieses für ein kleinräumiges Gebiet oder eine ganze Katastralgemeinde homogenisiert sein. Im homogenen Festpunktfeld werden bei Verwendung von mindestens vier umliegenden Festpunkten die Genauigkeitsanforderungen nach VermV erfüllt. Es wird dabei ein sehr geringer Maßstabsfaktor nahe 1 erreicht, die Drehung ist ebenfalls niedrig und die Restklaffungen in den gewählten Festpunkten liegen im unteren einstelligen Zentimeterbereich. Von homogenen Festpunkten, im Sinne der VermV, kann auch gesprochen werden, wenn die Restklaffungen und die Transformationsparameter die Anforderungen der VermV erfüllen. In diesem Fall erfolgt die Rücksteckung der Grenzpunkte über die erhaltene 2-Schritt Transformation anhand der MGI-Koordinaten der Grenzpunkte lt. Kataster. Bei der Transformation kann es unter Umständen sinnvoll sein den Maßstabsfaktor mit 1 festzulegen, damit die innere Geometrie nicht verzerrt wird. Vor allem bei der gemeinsamen Verwendung von satellitengestützten und terrestrischen Methoden ist im Nachhinein nicht mehr einfach nachvollziehbar wie die Koordinaten eines Punktes bestimmt wurden.

6.3.2 GNSS-Transformation mit inhomogenen Festpunkten über Interpolation der Restklaffungen

Die Interpolation wird dabei über den Ansatz des Inverse Distance Weighting durchgeführt. Dabei wird für einen koordinativ bestimmten Neupunkt die vorerst unbekannte Koordinatenanpassung über die bekannten Restklaffungen der umliegenden Festpunkte aus der zweistufigen GNSS-RTK-Transformation ermittelt. Je kürzer die Distanz zwischen Neupunkt und Festpunkt, desto größer ist der Einfluss der Restklaffungen des jeweiligen Festpunktes auf das Ergebnis im Neupunkt. Die Berechnung erfolgt über die Ausgangsinformation der Restklaffungen in den Festpunkten und muss für die Y- und X-Koordinate einzeln durchgeführt werden. Der Funktionswert F an der Stelle des Grenzpunktes repräsentiert die interpolierte Koordinatenanpassung der Y- bzw. X-Komponente und berechnet sich aus der Summe der umliegenden Festpunktwerte F_i mit den Gewichten p_i dividiert durch die Summe der Gewichte. Dies entspricht dem gewichteten Mittelwert (siehe Formel 3). Bei der Anwendung der Methode bei den praktischen Beispielen in Kapitel 7 wurde der maximale Abstand der Festpunkte zum Schwerpunkt der Grenzpunktmenge im Interessensgebiet für jeden Fall den Gegebenheiten entsprechend festgelegt. Der Exponent k wurde mit 1 angenommen, da dies den linearen Einfluss der Festpunkte beim Anschluss an das Festpunktfeld mittels Polygonzug repräsentiert. Die erhaltenen Interpolationswerte werden an MGI-Koordinaten der Grenzpunkte angebracht, die aus der mit allen umliegenden Festpunkten berechneten Transformation erhalten werden. Dabei wird die Restklaffung in Y- und X-Richtung für jeden Grenzpunkt einzeln berechnet und angebracht. Die Interpolation ist nur dann sinnvoll, wenn mehr als ein Festpunkt an der Berechnung teilnimmt, da sonst alle Punkte die gleichen Werte annehmen würden.

Formel 3: Inverse Distance Weighting. (Quelle: vgl. Niemeier, 2008, S. 412)

$$d_i = \sqrt{(X_{EPi} - X_{GP1})^2 + (Y_{EPi} - Y_{GP1})^2}$$

$$p_i = \frac{1}{d_i^k}$$

$$F_{GP1} = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i * F_{EPi})}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

6.3.3 GNSS-Transformation mit inhomogenen Festpunkten über Interpolation der Homogenvektoren

Analog zur Vorgehensweise in Kapitel 6.3.2 werden die Komponenten der Homogenvektoren der umliegenden Festpunkte mittels Inverse Distance Weighting für einen Grenzpunkt interpoliert. Dabei wird die Y- und die X-Komponente wieder getrennt berechnet und der interpolierte Homogenvektor invers an die MGI-Koordinaten des Grenzpunktes laut Kataster angebracht. Daraus ergeben sich die berechneten homogenen MGI-Koordinaten unter Berücksichtigung der Homogenvektoren der beteiligten Festpunkte. Zum Vergleich wird an die berechneten MGI-Koordinaten aus der amtlichen 1-Schritt Transformation der ETRS89-Koordinaten der Grenzzeichen in der Natur, der interpolierte Homogenvektor angebracht und das Ergebnis mit den Koordinaten der DKM verglichen.

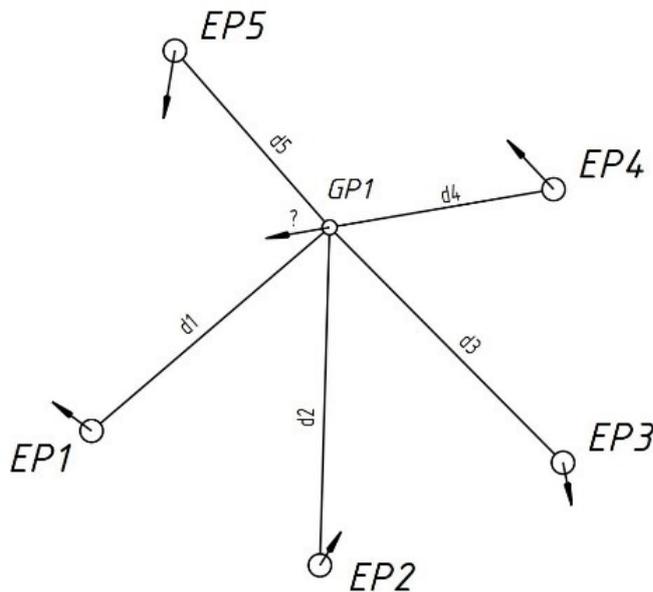


Abbildung 15: Inverse Distance Weighting, Interpolation des Homogenvektors für den Grenzpunkt GP1. (Quelle: eigene Darstellung)

6.3.4 Ergebnisse mit GIS-GRID

Wie bereits in Kapitel 5.6 beschrieben, handelt es sich beim GIS-GRID um eine flächenhafte Transformationsmethode von ETRS89-Koordinaten zu MGI-Koordinaten. Das vom BEV unentgeltlich bereitgestellte Produkt ist für die Verwendung bei GIS-Anwendungen mit einem geringeren Genauigkeitsanspruch geeignet. In den praktischen Beispielen in Kapitel 7 wird die GIS-GRID Transformation zur Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten verwendet, um zu zeigen, dass diese Methode nicht im Kataster eingesetzt werden darf. Die erhaltenen MGI-Koordinaten werden dabei bei den Beispielen mit den Koordinaten laut DKM verglichen und die Differenz den Ergebnissen aus dem Anschluss nach VermV gegenübergestellt.

7 Vergleich der Methoden anhand von Beispielen

Die in Kapitel 6 vorgestellten Methoden zur Rücksteckung werden anhand von drei Beispielen auf ihre Praxistauglichkeit getestet und die Ergebnisse einander gegenübergestellt. Alle Beispiele fallen in den Wirkungsbereich des Vermessungsamtes in Linz und sind aus dem Büroalltag der Firma geolanz ZT-GmbH entnommen. Bei allen Beispielen wurden ergänzende Messungen zur Kontrolle des Systems aus der Entstehungsurkunde vorgenommen. Das erste Beispiel behandelt die technische Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten am Ortsrand von Gallneukirchen. Im zweiten Beispiel ist die Aufgabenstellung die Parzellierung eines Grundstückes im Siedlungsgebiet der Katastralgemeinde Gramastetten. Beispiel Nummer drei hat die Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten in einem weitläufigen Dorfgebiet in Lachstadt zum Thema. Die Berechnungen und Darstellungen wurden mit den Softwareprogrammen rmGEO4, GeoMapper und rmMap der Firma rmDATA durchgeführt und erstellt. Die Berechnung der Inverse Distance Weighting Methode wurde in Microsoft Excel realisiert. Zur Beurteilung und zum Vergleich der berechneten Werte, werden die berechneten Koordinaten jeweils mit den Koordinaten lt. Kataster gegenübergestellt.

7.1 Katastralgemeinde Gallneukirchen / 45624

Die Grenzen der Grundstücke 17/1 (KG Oberndorf) und 1444/3, 1444/4, 1449/2, 1449/4, 1449/5 (KG Gallneukirchen) sollen in der Natur ersichtlich gemacht werden. Die betroffenen Grundstücke wurden allesamt mit der Urkunde 8/2001 von DI Loidolt in den Grenzkataster umgewandelt. Bei der Vermessung wurden in der Natur neun Grenzkennezeichnungen vorgefunden, die mit der Entstehungsurkunde ident sind und eine Verschiebung im Vergleich zum Anschluss nach aktueller VermV aufweisen. Abbildung 16 zeigt die Gebietsübersicht.



Abbildung 16: Ausschnitt DKM Gallneukirchen, rote Punkte = in der Natur vorgefundene Grenzzeichen. (Quelle: eigene Darstellung)

Da sich das Messgebiet am Rand des Siedlungsgebietes und an der Grenze zu zwei weiteren Katastralgemeinden befindet, ist die Festpunktdichte im direkten Nahbereich gering. Abbildung 17 zeigt die umliegenden Festpunkte. Für den Anschluss an das Festpunktfeld der Entstehungsurkunde wurden die Einschaltpunkte 45634-6A1 und 45634-34E1 verwendet. Da der Einschaltpunkt 34 in der KG Oberndorf nicht mehr existiert und durch den Einschaltpunkt 45624-64C1 in unmittelbarer Nähe (Abstand ca. 20 m) ersetzt wurde, wird dieser Festpunkt für die weiteren Berechnungen in diesem Beispiel verwendet und angenommen, dass dessen Spannungen mit jenen des verlorenen Festpunktes übereinstimmen. Diese Annahme kann allerdings nicht mehr überprüft werden und muss nicht den Gegebenheiten der Natur entsprechen.

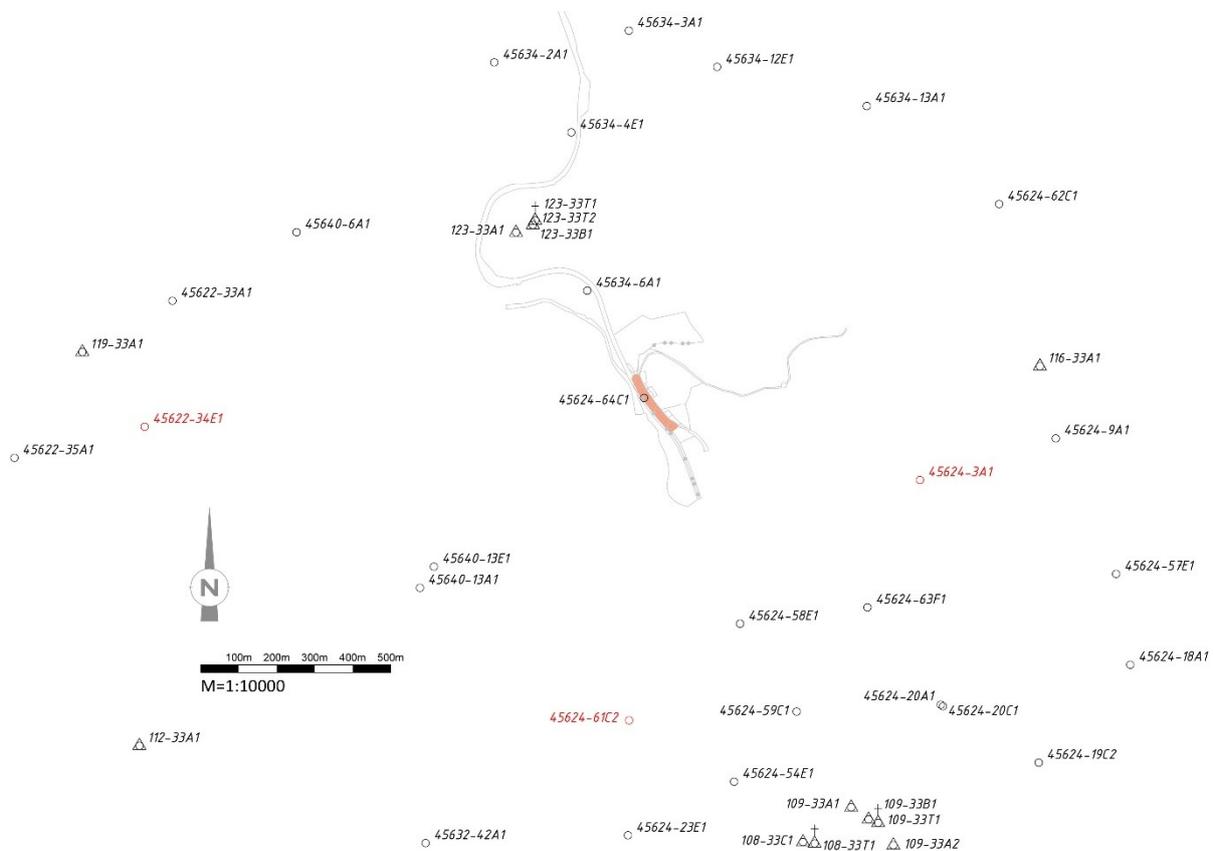


Abbildung 17: Übersicht Festpunkte Gallneukirchen, nicht mehr freigegebene Festpunkte in roter Farbe. (Quelle: eigene Darstellung)

Die Übersicht der Netzspannungen aus dem Festpunkt-GIS des BEV in Abbildung 18 zeigt, dass die Spannungen der Festpunkte 6A1 (photogrammetrisch bestimmt) und 64C1 in unterschiedliche Richtungen zeigen und durchaus einen Betrag im Dezimeterbereich aufweisen. Generell lässt sich aus der Abbildung eine Tendenz der Verschiebung des EP-Feldes im Vergleich zum TP-Feld in Richtung Westen ablesen, die auch in den Messergebnissen sichtbar ist.

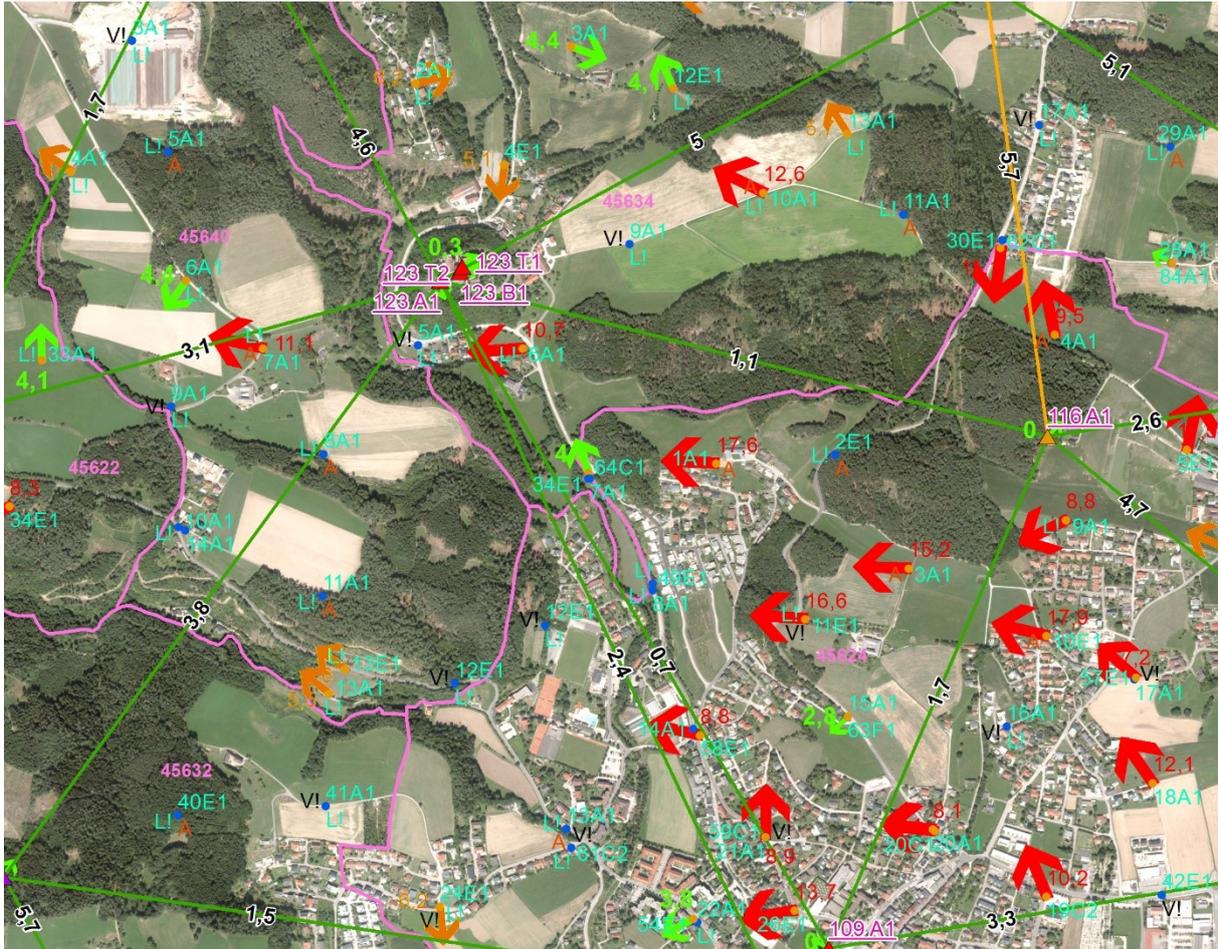


Abbildung 18: Spannungübersicht der Festpunkte in der KG Gallneukirchen. (Quelle: BEV Festpunkt-GIS)

Insgesamt wurden 17 Festpunkte aus der Umgebung des Messgebietes inkl. der nicht mehr verfügbaren Festpunkte mit amtlichen ETRS89- und MGI-Koordinaten für die Berechnung der GNSS-RTK Transformation verwendet, um eine Übersicht der Inhomogenitäten im Festpunktfeld für das Messgebiet zu geben. Als Festpunkte der Entstehungsurkunde wurden die Einschaltpunkte 45624-64C1 und 45634-6A1 verwendet.

Tabelle 1: Verwendete Festpunkte mit Homogenvektoren und Restklaffungen, Festpunkte der Entstehungsurkunde farblich gekennzeichnet – Beispiel KG Gallneukirchen

Festpunkt	Y [m]	X [m]	Hom Y [cm]	Hom X [cm]	Restkl. Y [cm]	Restkl. X [cm]
116-33A1	80714.17	359012.81	-20.2	14.4	-4.8	-1.7
123-33A1	79335.35	359367.59	-20.4	13.4	-4.4	0.2
45622-33A1	78431.35	359186.5	-23.1	17.1	-2.1	-3.0
45622-34E1	78358.13	358852.14	-30.9	9.8	5.5	4.3
45624-3A1	80398.35	358710.61	-35.4	14.0	9.8	-1.2
45624-58E1	79925.11	358329.57	-28.9	14.8	3.1	-1.7
45624-59C1	80073.93	358096.45	-20.2	21.8	-5.8	-8.8
45624-62C1	80606.85	359443.19	-23.3	2.1	-1.8	10.5
45624-63F1	80260.7	358372.95	-22.1	11.4	-3.6	1.5
45624-64C1	79672.42	358928.83	-21.9	17.5	-3.5	-4.2
45624-9A1	80756.04	358821.13	-27.7	9.7	2.2	2.9
45634-12E1	79864.57	359806.98	-24.7	15.9	-0.1	-2.8
45634-13A1	80258.64	359703.31	-26.1	17.1	1.2	-4.2
45634-4E1	79480.89	359633.23	-22.4	7.7	-2.5	5.7
45634-6A1	79522.72	359213.25	-31.0	12.5	5.7	0.9
45640-13E1	79119.49	358480.91	-26.9	16.8	1.2	-3.1
45640-6A1	78758.16	359368.52	-24.8	9.3	-0.3	4.6
gemittelter Homogenvektor gesamt			-25.3	13.3		
Δ max. zu gemitteltem Homogenvektor			10.1	11.2		

Mit den Festpunkten aus Tabelle 1 wurde, unter Festhalten des Maßstabsfaktors, eine GNSS-RTK Transformation berechnet, die Aufschluss über die Inhomogenitäten im Festpunktfeld geben soll. Bei einer geringen Drehung von 4 cc sind Restklaffungen bis zu 11 cm vorhanden, die auf ein inhomogenes Festpunktfeld hindeuten.

Transformation Gallneukirchen großräumig - Zwangspunkte

2 - Stufen Datumstransformation

Verwendeter Referenzdienst:

APOS

Stufe 1: 7-Parameter Transformation Helmert 3D

Globale Parameter:

Drehpunkt im alten System (X, Y, Z) (m)	0.000	0.000	0.000
Verschiebung (X, Y, Z) (m)	-577.326	-90.129	-463.919
Drehung (X, Y, Z) (cc)	15.86	4.55	16.35
Maßstab (ppm)	-2.42		

Stufe 2: lokale Transformation Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	79737.207	359019.419
Verschiebung (Y, X) (m)	0.255	-0.126
Drehung (cc)	-4.17	
Maßstab (ppm)	0.00	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m) 0.045

Mittlerer Fehler eines Punktes (m) 0.064

Punkte	X [m]	Y [m]	Z [m]	Klaff 2D [cm]	dy	dx
	Y [m]	X [m]			[cm]	[cm]
116-33A1	4112078.067	1057471.137	4744250.791		2D	
116-33A1	80714.170	359012.810		5.1	-4.8	-1.7
123-33A1	4112114.984	1056062.296	4744459.604		2D	
123-33A1	79335.350	359367.590		4.4	-4.4	0.2
45622-33A1	4112469.758	1055217.544	4744356.238		2D	
45622-33A1	78431.350	359186.500		3.6	-2.1	-3.0
45622-34E1	4112734.152	1055204.969	4744139.014		2D	
45622-34E1	78358.130	358852.140		7.0	5.5	4.3
45624-3A1	4112343.846	1057208.854	4744018.794		2D	
45624-3A1	80398.350	358710.610		9.9	9.8	-1.2
45624-58E1	4112687.274	1056803.092	4743715.921		2D	
45624-58E1	79925.110	358329.570		3.5	3.1	-1.7
45624-59C1	4112821.758	1056988.002	4743560.341		2D	
45624-59C1	80073.930	358096.450		10.5	-5.8	-8.8
45624-62C1	4111773.937	1057288.390	4744518.065		2D	
45624-62C1	80606.850	359443.190		10.7	-1.8	10.5
45624-63F1	4112597.826	1057127.257	4743767.367		2D	
45624-63F1	80260.700	358372.950		3.9	-3.6	1.5
45624-64C1	4112316.495	1056455.696	4744121.922		2D	
45624-64C1	79672.420	358928.830		5.5	-3.5	-4.2
45624-9A1	4112193.919	1057541.280	4744107.227		2D	
45624-9A1	80756.040	358821.130		3.6	2.2	2.9
45634-12E1	4111664.518	1056499.216	4744741.272		2D	
45634-12E1	79864.570	359806.980		2.8	-0.1	-2.8
45634-13A1	4111668.435	1056905.536	4744694.982		2D	
45634-13A1	80258.640	359703.310		4.4	1.2	-4.2
45634-4E1	4111862.218	1056151.426	4744605.782		2D	
45634-4E1	79480.890	359633.230		6.2	-2.5	5.7
45634-6A1	4112149.300	1056262.212	4744316.717		2D	
45634-6A1	79522.720	359213.250		5.8	5.7	0.9
45640-13E1	4112794.047	1056001.044	4743852.493		2D	
45640-13E1	79119.490	358480.910		3.4	1.2	-3.1
45640-6A1	4112279.282	1055508.601	4744497.121		2D	
45640-6A1	78758.160	359368.520		4.6	-0.3	4.6

Die Restklaffungen der Einschaltpunkte 64 und 6, nach der zweistufigen Transformation mit allen Festpunkten, unterscheiden sich in Y-Richtung um 9,2 cm und in X-Richtung um 5,1 cm. Die Spannung zwischen den beiden benachbarten Festpunkten (Distanz ca. 320 m) ist also schon aus dieser Betrachtung eindeutig zu erkennen.

Für das Gebiet wurde eine weitere zweistufige GNSS-Transformation mit freiem Maßstab berechnet, die den Anschluss an das amtliche Festpunktfeld gemäß der VermV2016 mit den nächstgelegenen Festpunkten ermöglicht. Mit dieser Transformation werden die ETRS89-Koordinaten der Grenzpunkte transformiert, um die Differenzen zwischen Katasterstand und Naturstand ohne weitere Interpolation zu erhalten.

Transformation Gallneukirchen nach VermV - Zwangspunkte

2 - Stufen Datumstransformation

Verwendeter Referenzdienst: **APOS**

Stufe 1: 7-Parameter Transformation Helmert 3D

Globale Parameter:

Drehpunkt im alten System (X, Y, Z) (m)	0.000	0.000	0.000
Verschiebung (X, Y, Z) (m)	-577.326	-90.129	-463.919
Drehung (X, Y, Z) (cc)	15.86	4.55	16.35
Maßstab (ppm)	-2.4232		

Stufe 2: lokale Transformation Helmert 2D

Berechnete Parameter:

Lage

Drehpunkt	79418.172	359076.652
Verschiebung (Y, X) (m)	0.250	-0.129
Drehung (cc)	-14.35	
Maßstab (ppm)	28.00	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m)	0.032
Mittlerer Fehler eines Punktes (m)	0.056

Punkte	X [m]	Y [m]	Z [m]	Klaff 2D [cm]	dy [cm]	dx [cm]
	Y [m]	X [m]				
123-33A1	4112114.984	1056062.296	4744459.604		2D	
123-33A1	79335.35	359367.59		3.2	-3.2	-0.4
45624-58E1	4112687.274	1056803.092	4743715.921		2D	
45624-58E1	79925.11	358329.57		1.1	1.0	-0.3
45624-64C1	4112316.495	1056455.696	4744121.922		2D	
45624-64C1	79672.42	358928.83		5.7	-3.9	-4.1
45634-3A1	4111660.145	1056259.897	4744819.138		2D	
45634-3A1	79632.44	359903.20		4.3	-4.3	0.1
45634-6A1	4112149.300	1056262.212	4744316.717		2D	
45634-6A1	79522.72	359213.25		6.2	6.2	0.4
45640-13A1	4112830.967	1055971.791	4743800.713		2D	
45640-13A1	79082.75	358424.70		1.7	1.6	-0.7
45640-6A1	4112279.282	1055508.601	4744497.121		2D	
45640-6A1	78758.16	359368.52		5.6	2.6	5.0

Die Restklaffungen übersteigen teilweise den zulässigen Maximalwert von 5 cm lt. VermV. In der Praxis ist diese Transformation jedoch mangels an Alternativen für den Festpunktanschluss einer Urkunde möglich. Bei manchen Anwendungen könnte es jedoch sinnvoll sein nur das EP-Feld bzw. nur das TP-Feld für die Transformation heranzuziehen.

7.1.1 Lokale Anfelderung nach VermV

Die gesamt neun, in der Natur aufgefundenen, identen Grenzkennzeichnungen der Urkunde 8/2001, wurden entsprechend dem Anschluss nach aktueller VermV gemessen. Die gemessenen MGI-Koordinaten sind in der lokalen Anfelderung mit einem nachgestellten „N“ für Natur ersichtlich. Die Grenzpunkte 3508, 13145 und 13151 wurden bei der Berechnung der Transformation eliminiert, da die Klaffungen zu groß sind, um noch von einer identen Punktlage auszugehen, wenn man davon ausgeht, dass die innere Geometrie der Urkunde zum Zeitpunkt der Entstehung richtig war.

Lokale Anfelderung Galleneukirchen

Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	79699.513	358914.471
Verschiebung (Y, X) (m)	0.066	-0.010
Drehung (cc)	-133.29	
Maßstab (ppm)	-76.09	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m)	0.017
Mittlerer Fehler eines Punktes (m)	0.024

Punkte	Y [m]	X [m]	Std.Klaff [m]	Klaff. [m]	dy [m]	dx [m]
1309N	79649.744	358983.693			2D	
1309	79649.800	358983.640	0.030	0.028	0.002	-0.028
1310N	79647.799	358979.612			2D	
1310	79647.860	358979.590	0.007	0.007	0.006	0.003
1418N	79753.974	358854.745			2D	
1418	79754.050	358854.740	0.013	0.012	0.003	-0.011
3508N	(79754.915)	(358830.137)		Eliminiert	2D	
3508	(79754.970)	(358830.060)	(0.102)	(0.089)	(-0.024)	(-0.086)
5877N	79647.700	358978.385			2D	
5877	79647.750	358978.380	0.024	0.022	-0.006	0.021
6521N	79741.464	358862.900			2D	
6521	79741.530	358862.930	0.030	0.028	-0.008	0.027
13145N	(79660.347)	(358953.458)		Eliminiert	2D	
13145	(79660.500)	(358953.470)	(0.102)	(0.099)	(0.093)	(0.033)
13151N	(79649.414)	(358974.912)		Eliminiert	2D	
13151	(79649.530)	(358974.880)	(0.064)	(0.059)	(0.059)	(-0.007)
13154N	79756.396	358827.493			2D	
13154	79756.480	358827.490	0.015	0.013	0.004	-0.012

Entsprechend der Bestimmungen der VermV wurden mehr als drei Punkte verwendet und der Maßstabsfaktor liegt unter den geforderten 100 ppm. Es ist aber zu beachten, dass die Klaffungen in den Grenzpunkten bis zu 10 cm betragen und dies zum Zeitpunkt der Urkunde 8/2001 nach VermV1994 mit einer geforderten Nachbarschaftsgenauigkeit von 15 cm innerhalb des Toleranzbereichs liegt. Die lokale Anfelderung ist daher für dieses Beispiel eine geeignete Möglichkeit die Grenzpunkte, unter Berücksichtigung der aktuellen VermV, über die errechnete Transformation in die Natur zu übertragen. Die Zuweisung der MGI-Koordinaten würde dann in einem zweiten Schritt über den Anschluss an das Festpunktfeld nach VermV und die resultierende Änderung per Bescheid nach § 13 Abs. 1 VermG erfolgen.

7.1.2 Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde

Die beiden Einschaltpunkte 64 und 6 wurden für die Interpolation mittels Inverse Distance Weighting herangezogen und die Werte in Tabelle 2 für die Grenzpunkte einzeln berechnet. Es zeigt sich, dass die interpolierten Werte für jeden Grenzpunkt nur geringfügig voneinander abweichen und das, obwohl die Grenzpunkte bis zu 180 m weit voneinander entfernt liegen. Es ist daher zu überlegen, ob es wirklich nötig ist für jeden Grenzpunkt einen eigenen Wert zu berechnen oder ob es genügt die Restklaffungen und Homogenvektoren grundstückswise zu interpolieren. Dies ist jedoch abhängig von der Spannungssituation im Festpunktfeld und der Konfiguration der Grundstücke z.B. würde es bei langen Straßengrundstücken keinen Sinn machen die gleichen Werte für alle Grenzpunkte zu verwenden. Ein weiteres Problem das bei dieser Überlegung auftritt ist, dass die Grenzpunkte an gemeinsamen Grundstücksgrenzen durch unterschiedliche Interpolationswerte die innere Geometrie der Grundstücke verzerren würden. Bei einem Grenzpunkt der Eckpunkt von vier Grundstücken ist, würden sich dadurch vier unterschiedliche Werte für die interpolierte Restklaffung und den interpolierten Homogenvektor ergeben. Die Differenz zwischen diesen Werten bewegt sich wohl im sehr niedrigen Zentimeterbereich, wirft aber dennoch die Frage auf welcher Wert nun tatsächlich verwendet werden sollte.

Tabelle 2: Interpolierte Werte bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 45624-64C1 und 45634-6A1 - KG Gallneukirchen

PNr.	Homogenvektor Y – interpoliert [cm]	Homogenvektor X – interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]
1309	-23.6	16.6	-1.8	-3.3
1310	-23.5	16.6	-1.9	-3.3
1418	-23.8	16.5	-1.6	-3.2
3508	-23.9	16.4	-1.4	-3.1
5877	-23.5	16.6	-1.9	-3.3
6521	-23.6	16.6	-1.8	-3.2
13145	-22.7	17.1	-2.7	-3.8
13151	-23.4	16.7	-2.0	-3.4
13154	-24.0	16.4	-1.4	-3.0

Tabelle 3: Berechnete Grenzpunktkoordinaten aus direkter Messung, Interpolation der Restklaffungen und Interpolation der Homogenvektoren aus Berechnung mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde 45624-64C1 und 45634-6A1 - KG Gallneukirchen

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI VermV-Anschluss [m]	Δ [cm]	MGI Restklaff. Trafo großräumig [m]	Δ [cm]	MGI Homogenv. Trafo global [m]	Δ [cm]
1309	Y	79649.80	79649.744	-5.6	79649.723	-7.7	79649.721	-7.9
	X	358983.64	358983.693	5.3	358983.660	2.0	358983.654	1.4
1310	Y	79647.86	79647.799	-6.1	79647.777	-8.3	79647.775	-8.5
	X	358979.59	358979.612	2.2	358979.579	-1.1	358979.573	-1.7
1418	Y	79754.05	79753.974	-7.6	79753.933	-11.7	79753.930	-12.0
	X	358854.74	358854.745	0.5	358854.716	-2.4	358854.709	-3.1
3508	Y	79754.97	79754.915	-5.5	79754.893	-7.7	79754.889	-8.1
	X	358830.06	358830.137	7.7	358830.109	4.9	358830.102	4.2
5877	Y	79647.75	79647.700	-5.0	79647.679	-7.1	79647.677	-7.3
	X	358978.38	358978.385	0.5	358978.352	-2.8	358978.345	-3.5
6521	Y	79741.53	79741.464	-6.6	79741.439	-9.1	79741.437	-9.3
	X	358862.93	358862.900	-3.0	358862.870	-6.0	358862.862	-6.8
13145	Y	79660.50	79660.347	-15.3	79660.331	-16.9	79660.329	-17.1
	X	358953.47	358953.458	-1.2	358953.423	-4.7	358953.417	-5.3
13151	Y	79649.53	79649.414	-11.6	79649.392	-13.8	79649.390	-14.0
	X	358974.88	358974.912	3.2	358974.878	-0.2	358974.872	-0.8
13154	Y	79756.48	79756.396	-8.4	79756.374	-10.6	79756.372	-10.8
	X	358827.49	358827.493	0.3	358827.466	-2.4	358827.458	-3.2

Die bereits in den Parametern der lokalen Anfelderung erkennbare Verschiebung in West-Richtung ist auch in dieser Auswertung sichtbar. Die gemessenen MGI-Koordinaten nach Anschluss an das amtliche Festpunktfeld nach aktueller VermV weichen durchgehend um 5 - 15 cm von den Koordinaten lt. DKM ab wenn man auch jene Punkte berücksichtigt die bei der lokalen Anfelderung eliminiert wurden. Diese Verschiebung ist auch bei den anderen beiden Methoden zu erkennen. Wie bereits in der lokalen Anfelderung sichtbar, dürften zufällige Fehler bei der Bestimmung der Koordinaten der Urkunde 8/2001 dazu führen, dass keine eindeutige Rückrechnung möglich ist und Unterschiede von bis zu 5 cm in den Koordinatenrichtungen zwischen den MGI-Koordinaten nach VermV-Anschluss und jenem nach Anbringen der Interpolationswerte auftreten.

7.1.3 Interpolation mit allen Festpunkten in der Umgebung

Bei diesem Beispiel wurde die Abstandsschranke für die Verwendung der Festpunkte im Abstand zum Schwerpunkt des Messgebiets mit 1000 m gewählt, da nur die beiden Festpunkte aus Kapitel 7.1.2 im Radius von 500 m liegen und die Auswertung somit ident wäre. Die interpolierten Werte in Tabelle 4 unterscheiden sich nur im Millimeterbereich von jenen in Tabelle 2, da die, für die Berechnung zusätzlich hinzugezogenen, Festpunkte allesamt

verhältnismäßig zu weit entfernt sind, um einen nennenswerten Einfluss auf die distanzgewichtete Interpolation zu haben.

Tabelle 4: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 1000 m - KG Gallneukirchen

PNr.	Homogenvektor Y – interpoliert [cm]	Homogenvektor X – interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]
1309	-24.1	15.8	-1.2	-2.5
1310	-24.1	15.8	-1.3	-2.6
1418	-24.7	15.5	-0.7	-2.3
3508	-24.8	15.4	-0.6	-2.2
5877	-24.0	15.9	-1.3	-2.6
6521	-24.5	15.6	-0.9	-2.4
13145	-23.2	16.5	-2.1	-3.2
13151	-23.9	15.9	-1.4	-2.6
13154	-24.8	15.4	-0.6	-2.2

Tabelle 5: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 1000 m - KG Gallneukirchen

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI VermV-Anschluss [m]	Δ [cm]	MGI Restklaff. Trafo großräumig [m]	Δ [cm]	MGI Homogenv. Trafo global [m]	Δ [cm]
1309	Y	79649.80	79649.744	-5.6	79649.729	-7.1	79649.726	-7.4
	X	358983.64	358983.693	5.3	358983.668	2.8	358983.662	2.2
1310	Y	79647.86	79647.799	-6.1	79647.783	-7.7	79647.781	-7.9
	X	358979.59	358979.612	2.2	358979.586	-0.4	358979.581	-0.9
1418	Y	79754.05	79753.974	-7.6	79753.942	-10.8	79753.939	-11.1
	X	358854.74	358854.745	0.5	358854.725	-1.5	358854.719	-2.1
3508	Y	79754.97	79754.915	-5.5	79754.901	-6.9	79754.898	-7.2
	X	358830.06	358830.137	7.7	358830.118	5.8	358830.112	5.2
5877	Y	79647.75	79647.700	-5.0	79647.685	-6.5	79647.682	-6.8
	X	358978.38	358978.385	0.5	358978.359	-2.1	358978.352	-2.8
6521	Y	79741.53	79741.464	-6.6	79741.448	-8.2	79741.446	-8.4
	X	358862.93	358862.900	-3.0	358862.878	-5.2	358862.872	-5.8
13145	Y	79660.50	79660.347	-15.3	79660.337	-16.3	79660.334	-16.6
	X	358953.47	358953.458	-1.2	358953.429	-4.1	358953.423	-4.7
13151	Y	79649.53	79649.414	-11.6	79649.398	-13.2	79649.395	-13.5
	X	358974.88	358974.912	3.2	358974.886	0.6	358974.880	0.0
13154	Y	79756.48	79756.396	-8.4	79756.382	-9.8	79756.380	-10.0
	X	358827.49	358827.493	0.3	358827.474	-1.6	358827.468	-2.2

Wie bereits erwähnt sind die Unterschiede bei der Verwendung von allen umliegenden Festpunkten im Radius von 1000 m im Vergleich zur Verwendung der beiden Festpunkte der

Entstehungsurkunde nur gering, da der Einfluss mit der Distanz abnimmt und so ist auch in Abbildung 17 erkennbar, dass in direkter Umgebung des Messgebietes nur wenige Festpunkte vorhanden sind. Die Interpretation der Ergebnisse kann somit analog zu jener in Kapitel 7.1.2. erfolgen.

7.1.4 Ergebnis mit GIS-GRID

Der Vergleich der MGI-Koordinaten, die durch die Messung mittels Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller VermV ermittelt wurden und der MGI-Koordinaten, die aus der GIS-GRID Transformation berechnet wurden, zeigt in diesem Beispiel deutlich, dass die flächenbasierte Transformation nicht den Ergebnissen eines VermV konformen Anschlusses genügt. Unterschiede von mehreren Zentimetern bei den MGI-Koordinaten bei der Berechnung aus ein und denselben ETRS89-Koordinaten bringen keine befriedigenden Ergebnisse für die im Kataster geforderten Nachbarschaftsgenauigkeiten, die auch im spannungsbehafteten Festpunktfeld einzuhalten sind.

Tabelle 6: Vergleich der Ergebnisse mittels GIS-GRID Transformation und Anschluss nach VermV - KG Gallneukirchen

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI GIS-GRID [m]	Δ [cm]	MGI VermV [m]	Δ [cm]
1309	Y	79649.80	79649.697	-10.3	79649.744	-5.6
	X	358983.64	358983.711	7.1	358983.693	5.3
1310	Y	79647.86	79647.753	-10.7	79647.799	-6.1
	X	358979.59	358979.63	4.0	358979.612	2.2
1418	Y	79754.05	79753.905	-14.5	79753.974	-7.6
	X	358854.74	358854.765	2.5	358854.745	0.5
3508	Y	79754.97	79754.862	-10.8	79754.915	-5.5
	X	358830.06	358830.156	9.6	358830.137	7.7
5877	Y	79647.75	79647.654	-9.6	79647.700	-5.0
	X	358978.38	358978.403	2.3	358978.385	0.5
6521	Y	79741.53	79741.413	-11.7	79741.464	-6.6
	X	358862.93	358862.919	-1.1	358862.900	-3.0
13145	Y	79660.50	79660.315	-18.5	79660.347	-15.3
	X	358953.47	358953.479	0.9	358953.458	-1.2
13151	Y	79649.53	79649.368	-16.2	79649.414	-11.6
	X	358974.88	358974.93	5.0	358974.912	3.2
13154	Y	79756.48	79756.344	-13.6	79756.396	-8.4
	X	358827.49	358827.512	2.2	358827.493	0.3

7.1.5 Vorgeschlagene Vorgehensweise

Bei diesem Beispiel ist ersichtlich, dass die Verschiebung der Grenzpunkte bei Betrachtung der Koordinaten aus der Urkunde 8/2001 und den Koordinaten nach Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller VermV einen Betrag von 5 - 10 cm in die gleiche Richtung aufweist. Bei der lokalen Anfelderung wurde gezeigt, dass die in der Natur aufgefundenen Grenzpunkte den Anforderungen der VermV für diese Methode genügen. Eine passende Vorgehensweise wäre hier die Rücksteckung der fehlenden alten Grenzpunkte mittels der lokalen Anfelderung. Für den Fall, dass in weiterer Folge eine amtliche Urkunde für eine Teilung erstellt werden soll, müsste die Festlegung der Koordinaten entsprechend dem Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller VermV erfolgen und die so erhaltenen Grenzpunktkoordinaten nach § 13 Abs. 1 VermG berichtigt werden. Ob diese amtswegige, materielle Änderung des Grenzkatasters durch das Vermessungsamt zulässig ist beschäftigt derzeit noch den Verwaltungsgerichtshof (siehe Kapitel 2.1).

7.2 Katastralgemeinde Gramastetten / 45611

Das Grundstück 318 in der Katastralgemeinde Gramastetten soll parzelliert werden. Das Grundstück wurde mit der Urkunde mit dem Veränderungshinweis 12/2006 in den rechtsverbindlichen Grenzkataster überführt. Die Abbildung 19 zeigt die Grundstückskonfiguration vor der Grundstücksteilung.

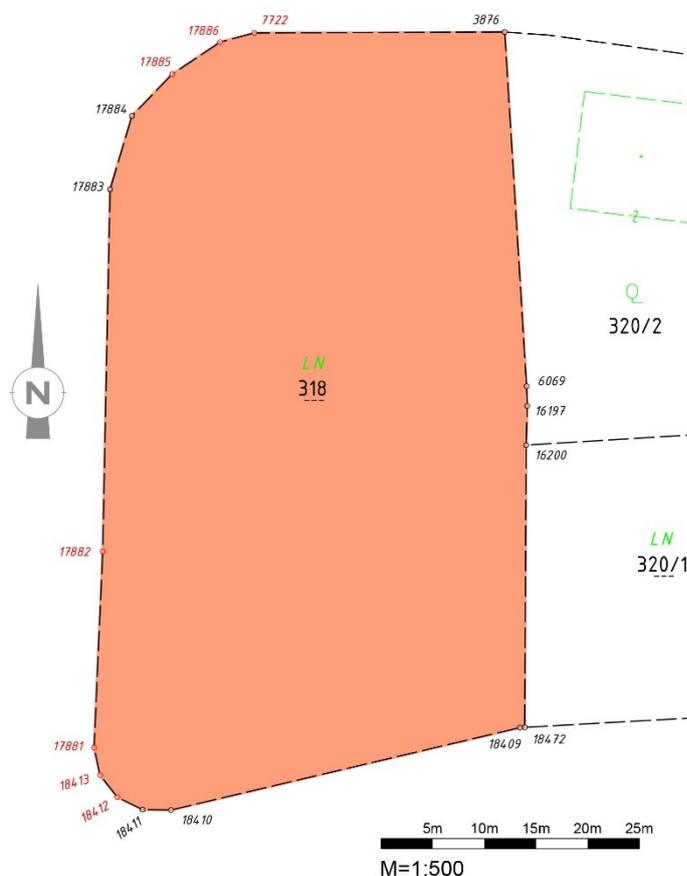


Abbildung 19: Ausschnitt DKM Gramastetten, rote Punkte = in der Natur vorgefundene Grenzzeichen, Messgebiet in orange. (Quelle: eigene Darstellung)

Das Messgebiet liegt im Zentrum von Gramastetten und ist von Festpunkten in unmittelbarer Nähe gut umschlossen. Die umliegenden Festpunkte, die im BEV-Shop mit amtlichen ETRS89-Koordinaten verfügbar sind, werden in Abbildung 20 dargestellt.

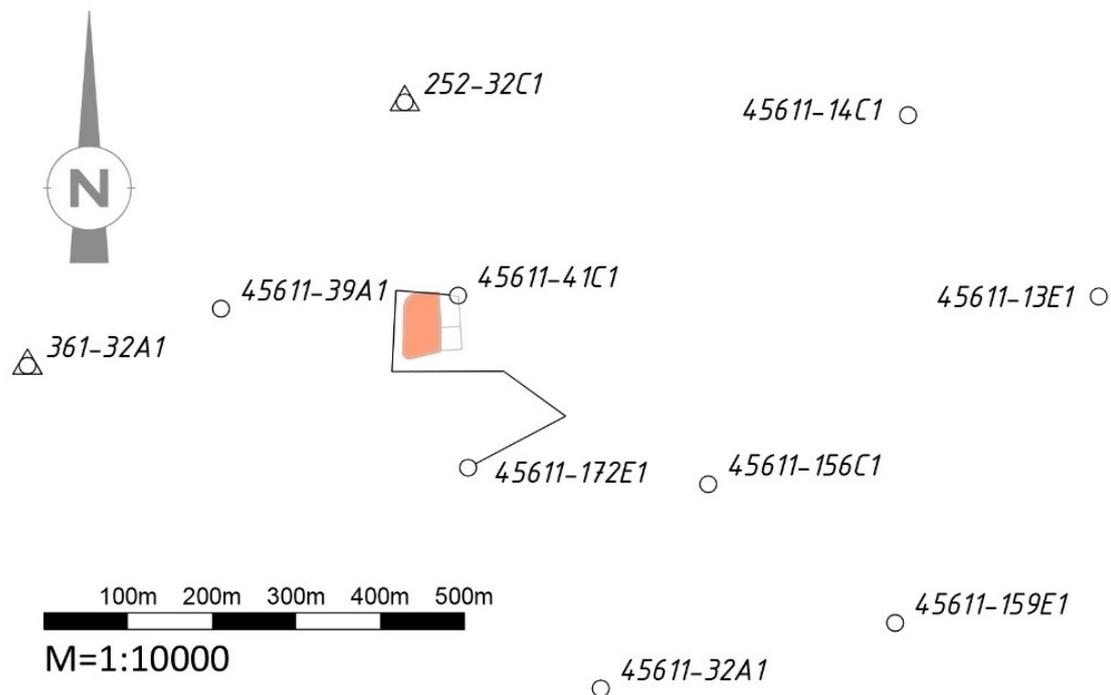


Abbildung 20: Übersicht Festpunkte Gramastetten. Polygonzug der Entstehungsurkunde als Linienzug eingezeichnet. (Quelle: eigene Darstellung)

Der Anschluss an das amtliche Festpunktfeld im VHW 12/2006 erfolgte über einen Polygonzug von EP 41 zu EP 172, die beide photogrammetrisch bestimmt wurden. Als Richtungsabstützung wurde die Kirche Gramastetten 252-32T1 als Fernziel verwendet, das jedoch sehr nahe beim Messgebiet liegt. Bei der Naturaufnahme der bestehenden Grundgrenzen wurde beim Anschluss an das amtliche Festpunktfeld mittels GNSS eine systematische Lageabweichung der Grenzpunkte in Y- und in X-Richtung festgestellt. Die verwendeten Festpunkte sind in der Natur noch vorhanden. Die Polygonpunkte der Urkunde sind jedoch nicht mehr aufzufinden.

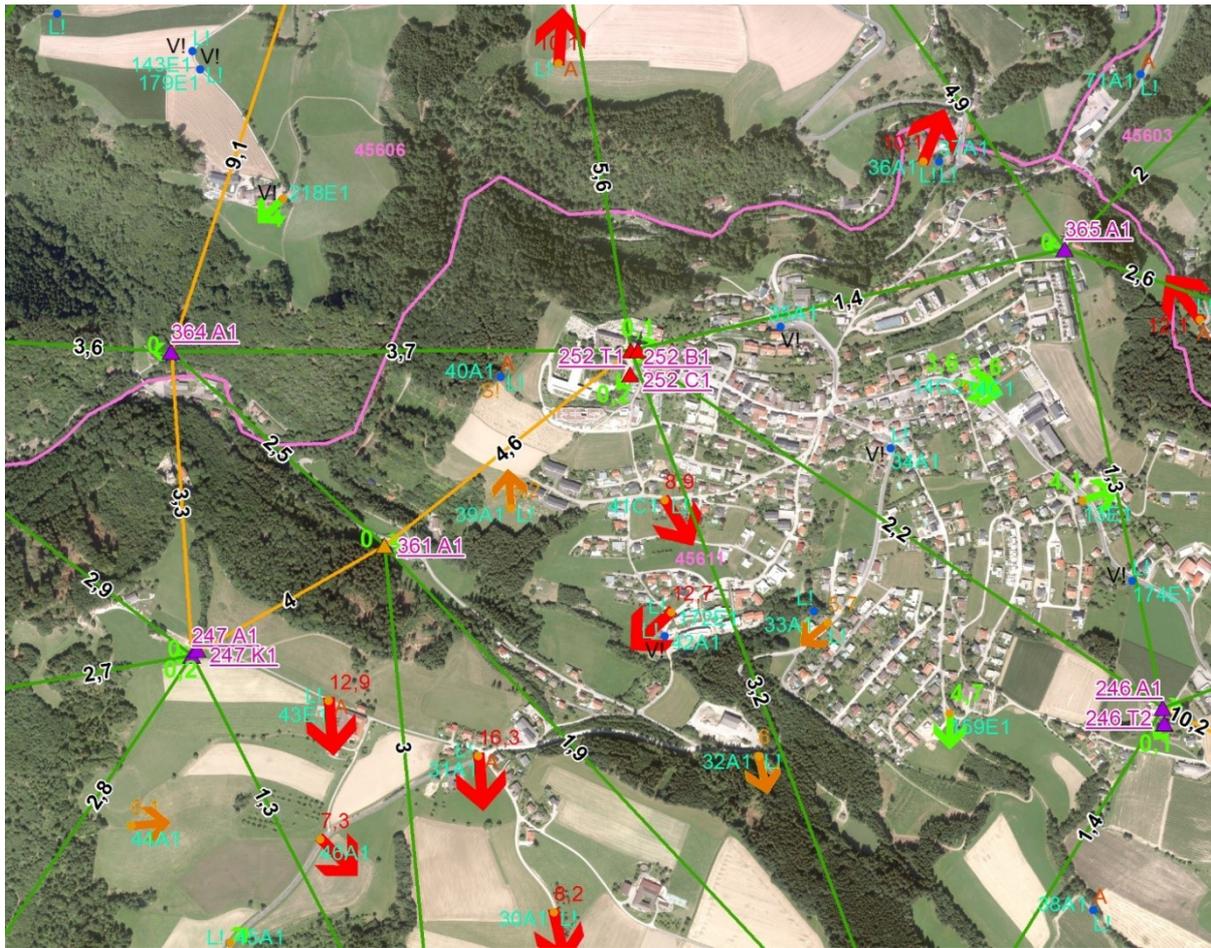


Abbildung 21: Spannungsübersicht der Festpunkte in der KG Gramastetten. (Quelle: BEV Festpunkt-GIS)

In Tabelle 7 sind die verwendeten Festpunkte die das Messgebiet umschließen aufgelistet und die zugehörigen Homogenvektoren sowie die Restklaffungen aus der GNSS-RTK-Transformation mit Maßstab 1 angeführt.

Tabelle 7: Verwendete Festpunkte mit Homogenvektoren und Restklaffungen, Festpunkte der Entstehungsurkunde farblich gekennzeichnet – Beispiel KG Gramastetten

Festpunkt	Y [m]	X [m]	Hom Y [cm]	Hom X [cm]	Restkl. Y [cm]	Restkl. X [cm]
252-32C1	63282.28	360656.03	-30.0	8.0	1.3	-0.1
361-32A1	62833.28	360340.72	-27.5	12.0	-1.6	-2.1
45611-13E1	64108.16	360423.49	-26.6	10.8	-2.7	-5.7
45611-14C1	63881.20	360640.47	-27.0	8.2	-1.6	-2.4
45611-156C1	63643.46	360198.85	-34.2	5.6	4.2	1.1
45611-159E1	63865.92	360032.80	-30.0	5.0	-0.7	0.9
45611-172E1	63357.66	360218.57	-38.4	0.8	8.4	6.9
45611-32A1	63515.46	359954.39	-28.0	4.1	-2.9	3.0
45611-39A1	63063.63	360408.87	-29.2	16.6	-0.2	-7.9
45611-41C1	63345.72	360424.62	-25.0	1.3	-4.3	6.4
gemittelter Homogenvektor gesamt			-29.6	7.2		
Δ max. zu gemitteltem Homogenvektor			8.8	9.4		

Für die nähere Untersuchung der Spannungssituation im Messgebiet wurden die Grenzpunktkoordinaten im System MGI mittels einer großräumigen, zweistufigen GNSS-RTK Transformation für den Übergang von ETRS89- zu MGI-Koordinaten mit dem Transformationsmodul der Software rmGEO4 berechnet. Der Maßstab wurde festgesetzt mit dem Wert 1, um eine Verzerrung des Längenbezugs zu verhindern. Die hohen Werte der Restklaffungen bei Maßstab 1 und geringer Rotation zeigen deutlich eine Spannung im Festpunktfeld für das gewählte Gebiet.

Transformation Gramastetten großräumig - Zwangspunkte

2 - Stufen Datumstransformation

Verwendeter Referenzdienst: **APOS**

Stufe 1: 7-Parameter Transformation Helmert 3D

Globale Parameter:

Drehpunkt im alten System (X, Y, Z) (m)	0.000	0.000	0.000
Verschiebung (X, Y, Z) (m)	-577.326	-90.129	-463.919
Drehung (X, Y, Z) (cc)	15.86	4.55	16.35
Maßstab (ppm)	-2.4232		

Stufe 2: lokale Transformation Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	63489.379	360329.947
Verschiebung (Y, X) (m)	0.298	-0.066
Drehung (cc)	-22.23	
Maßstab (ppm)	0.00	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m) 0.044

Mittlerer Fehler eines Punktes (m) 0.063

Punkte	X [m]	Y [m]	Z [m]	Klaff 2D [cm]	dy [cm]	dx [cm]
	Y [m]	X [m]				
252-32C1	4115086.335	1040271.025	4745553.867		2D	
252-32C1	63282.28	360656.03		1.3	1.3	-0.1
361-32A1	4115362.307	1039874.090	4745278.355		2D	
361-32A1	62833.28	360340.72		2.6	-1.6	-2.1
45611-13E1	4115069.624	1041116.013	4745404.857		2D	
45611-13E1	64108.16	360423.49		6.3	-2.7	-5.7
45611-14C1	4114952.883	1040854.885	4745535.867		2D	
45611-14C1	63881.20	360640.47		2.8	-1.6	-2.4
45611-156C1	4115307.154	1040694.096	4745217.148		2D	
45611-156C1	63643.46	360198.85		4.3	4.2	1.1
45611-159E1	4115410.406	1040947.797	4745146.071		2D	
45611-159E1	63865.92	360032.80		1.1	-0.7	0.9
45611-172E1	4115342.277	1040408.375	4745211.054		2D	
45611-172E1	63357.66	360218.57		10.9	8.4	6.9
45611-32A1	4115504.509	1040609.228	4745043.162		2D	
45611-32A1	63515.46	359954.39		4.2	-2.9	3.0
45611-39A1	4115278.983	1040091.381	4745346.200		2D	
45611-39A1	63063.63	360408.87		7.9	-0.2	-7.9
45611-41C1	4115213.711	1040366.057	4745369.511		2D	
45611-41C1	63345.72	360424.62		7.7	-4.3	6.4

Die Restklaffungen in den Einschaltpunkten 172 und 41 weisen eine relative Spannung zueinander von 12,7 cm in Y-Richtung und 0,5 cm in X-Richtung auf, wobei die Distanz zwischen den beiden Punkten nur 206 m beträgt. Hochgerechnet auf die Distanz von 1 km bedeutet dies eine Abweichung von 617 ppm. Aus dieser Betrachtung lässt sich bereits schließen, dass hier nicht von einem homogenen Festpunktfeld ausgegangen werden kann.

Die Abbildung 21 zeigt die Spannungen der Homogenvektoren zwischen den benachbarten Festpunkten. Die Farbe, Größe und Richtung der Pfeile gibt Aufschluss über die Homogenität der einzelnen Festpunkte. Der Hinweis „LI“ in der Abbildung bringt zum Ausdruck, dass der Festpunkt durch photogrammetrische Methoden (Luftbild) bestimmt wurde. Auch hier ist deutlich zu sehen, dass die Pfeile der Einschaltpunkte 41 und 172 einen hohen Betrag aufweisen und nicht in die gleiche Richtung zeigen.

Obwohl eine große Anzahl an Festpunkten in direkter Umgebung vorhanden ist, kann bedingt durch die Spannungen im Festpunktfeld kein VermV konformer Anschluss mittels zweistufiger Helmert-Transformation hergestellt werden. Die Spannungen werden in diesem Fall auch nicht durch Maßstab und Rotation ausgeglichen, da Richtung und Betrag der Spannungen in den einzelnen Festpunkten zufällig verteilt sind. Die Drehung ist mit 117 cc sehr hoch für das kleinräumige Gebiet und bedingt eine immer größer werdende Lageabweichung je weiter man sich vom Drehpunkt der Transformation entfernt. Die konkrete Auswirkung der Drehung auf die Lageänderung ist in Kapitel 5.7 - Abbildung 13 ersichtlich.

Transformation Gramastetten nach VermV - Zwangspunkte

2 - Stufen Datumstransformation

Verwendeter Referenzdienst: APOS

Stufe 1: 7-Parameter Transformation Helmert 3D

Globale Parameter:

Drehpunkt im alten System (X, Y, Z) (m)	0.000	0.000	0.000
Verschiebung (X, Y, Z) (m)	-577.326	-90.129	-463.919
Drehung (X, Y, Z) (cc)	15.86	4.55	16.35
Maßstab (ppm)	-2.42		

Stufe 2: lokale Transformation Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	63338.235	360381.446
Verschiebung (Y, X) (m)	0.315	-0.058
Drehung (cc)	-117.98	
Maßstab (ppm)	2.88	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m)	0.052
Mittlerer Fehler eines Punktes (m)	0.074

Punkte	X [m]	Y [m]	Z [m]	Klaff 2D [cm]	dy [cm]	dx [cm]
	Y [m]	X [m]				
252-32C1	4115086.335	1040271.025	4745553.867		2D	
252-32C1	63282.28	360656.03		3.6	3.5	-0.6
45611-172E1	4115342.277	1040408.375	4745211.054		2D	
45611-172E1	63357.66	360218.57		6.7	4.1	5.4
45611-156C1	4115307.154	1040694.096	4745217.148		2D	
45611-156C1	63643.46	360198.85		4.7	-0.5	-4.7
45611-39A1	4115278.983	1040091.381	4745346.200		2D	
45611-39A1	63063.63	360408.87		5.3	-1.6	-5.1
45611-41C1	4115213.711	1040366.057	4745369.511		2D	
45611-41C1	63345.72	360424.62		7.5	-5.5	5.0

7.2.1 Lokale Anfelderung nach VermV

Im Zuge der Messung im Feld wurden die MGI-Koordinaten mit dem Anschluss an das Festpunktfeld mit der GNSS-RTK-Transformation für die in der Natur vorgefundenen

Grenzkennzeichnungen aus der Entstehungsurkunde 12/2006 ermittelt. Beim Ergebnis der Messungen wurde der Punktnummer das Suffix „N“ für Natur angehängt und eine lokale Anfelderung nach § 1 Z 17 VermV mittels 2D-Helmert-Transformation berechnet.

Lokale Anfelderung - Gramastetten

Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	63287.112	360387.610
Verschiebung (Y, X) (m)	-0.065	0.045
Drehung (cc)	543.07	
Maßstab (ppm)	-40.58	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m) 0.009

Mittlerer Fehler eines Punktes (m) 0.012

Punkte	Y [m]	X [m]	Std.Klaff [m]	Klaff. [m]	dy [m]	dx [m]
7722N	63297.041	360426.561			2D	
7722	63297.000	360426.600	0.010	0.009	-0.008	0.004
17881N	63281.583	360356.723			2D	
17881	63281.480	360356.770	0.014	0.013	-0.012	-0.004
17882N	63282.399	360375.885			2D	
17882	63282.320	360375.940	0.006	0.006	-0.004	0.005
17885N	63289.065	360422.530			2D	
17885	63289.040	360422.570	0.011	0.010	0.010	-0.002
17886N	63293.722	360425.664			2D	
17886	63293.690	360425.700	0.002	0.002	0.001	-0.002
18412N	63283.834	360351.870			2D	
18412	63283.740	360351.930	0.012	0.011	0.002	0.011
18413N	63282.142	360354.040			2D	
18413	63282.060	360354.080	0.017	0.016	0.011	-0.011

Die Anforderungen der VermV von mindestens drei identen Grenzpunktkennzeichnungen und einem Maßstab kleiner 100 ppm sind erfüllt. Die Drehung von rund 543 cc ist ein Indiz dafür, dass die Nordrichtung im Anschluss der Urkunde 12/2006 durch das sehr nahe gelegene Fernziel nur unzureichend stabilisiert wurde. Nach Anwendung der Transformation inklusive der Translation von - 6,5 cm in Y- und + 4,5 cm in X-Richtung sind die Klaffungen in den aufgefundenen Grenzpunkten durchwegs kleiner als 2 cm. Dieses Ergebnis bestätigt die innere Geometrie der Urkunde, die im Bezug zum aktuellen Anschluss nach VermV transformiert werden sollte. Zur Wahrung der Nachbarschaftsgenauigkeit der Grenzpunkte ist die lokale Anfelderung für dieses Beispiel eine geeignete Methode zur Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten. Die Transformation der lokalen Anfelderung ist für die Rücksteckung von DKM-Koordinaten in die Natur anzuwenden, um die innere Geometrie der Entstehungsurkunde auch für die Neupunkte zu gewährleisten. Die in der VermV geforderte Nachbarschaftsgenauigkeit von 5 cm kann eingehalten werden und ein Anschluss entsprechend der VermV mittels lokaler Anfelderung ist für dieses Beispiel möglich.

7.2.2 Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde

Die Koordinatenwerte der Grenzpunkte wurden unter Verwendung der Interpolationsmethoden in Kapitel 6 berechnet. Die Ergebnisse der Interpolation unter Verwendung der Festpunkte 252-32C1, 45611-41C1 und 45611-172E1, die in der Urkunde 12/2006 für den Anschluss an das amtliche Festpunktfeld herangezogen sind in

Tabelle 9 ersichtlich. Die berechneten Werte in Tabelle 8 unterscheiden sich von Grenzpunkt zu Grenzpunkt in ihren Komponenten um bis zu 2 cm. Dies erklärt sich vor allem durch die räumliche Nähe von EP 41 der auf Punkte in direkter Umgebung einen hohen Einfluss hat.

Tabelle 8: Interpolierte Werte bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 252-32C1, 45611-41C1 und 45611-172E1 - KG Gramastetten

PNr.	Homogenvektor Y – interpoliert [cm]	Homogenvektor X – interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]
7722	-27.8	2.2	-1.5	5.5
17881	-30.0	2.2	0.6	5.5
17882	-29.3	2.3	0.0	5.5
17885	-28.2	2.3	-1.2	5.4
17886	-28.0	2.2	-1.4	5.5
18412	-30.1	2.2	0.7	5.5
18413	-30.1	2.2	0.7	5.5

Tabelle 9: Berechnete Grenzpunktkoordinaten aus direkter Messung, Interpolation der Restklaffungen und Interpolation der Homogenvektoren aus Berechnung mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde 252-32C1, 45611-41C1 und 45611-172E1 – KG Gramastetten

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI VermV-Anschluss [m]	Δ [cm]	MGI Restklaff. Trafo großräumig [m]	Δ [cm]	MGI Homogenv. Trafo global [m]	Δ [cm]
7722	Y	63297.00	63297.041	4.1	63297.014	1.4	63297.012	1.2
	X	360426.60	360426.561	-3.9	360426.610	1.0	360426.605	0.5
17881	Y	63281.48	63281.583	10.3	63281.567	8.7	63281.564	8.4
	X	360356.77	360356.723	-4.7	360356.774	0.4	360356.770	0.0
17882	Y	63282.32	63282.399	7.9	63282.379	5.9	63282.376	5.6
	X	360375.94	360375.885	-5.5	360375.936	-0.4	360375.931	-0.9
17885	Y	63289.04	63289.065	2.5	63289.041	0.1	63289.040	0.0
	X	360422.57	360422.53	-4.0	360422.579	0.9	360422.575	0.5
17886	Y	63293.69	63293.722	3.2	63293.696	0.6	63293.695	0.5
	X	360425.70	360425.664	-3.6	360425.713	1.3	360425.708	0.8
18412	Y	63283.74	63283.834	9.4	63283.817	7.7	63283.814	7.4
	X	360351.93	360351.87	-6.0	360351.920	-1.0	360351.916	-1.4
18413	Y	63282.06	63282.142	8.2	63282.127	6.7	63282.123	6.3
	X	360354.08	360354.040	-4.0	360354.091	1.1	360354.087	0.7

Der Vergleich der Ergebnisse aus den beiden Interpolationsmethoden mit den MGI-Koordinaten lt. VermV-Anschluss kann hier nur bedingt gezogen werden, da der Festpunkt-Anschluss nicht den Genauigkeitsanforderungen der VermV entspricht und nur aus Gründen der gleichen Benennung als solcher bezeichnet wird. Die Differenzen zwischen den Koordinaten der DKM und den beiden Interpolationsergebnissen sind im Zentimeterbereich gleich. Die absoluten Abweichungen der berechneten Koordinaten bewegen sich allerdings zwischen 0 und 8 cm in der Lage und das obwohl bei der lokalen Anfängerung gezeigt werden konnte, dass die innere Geometrie der Grenzpunkte gut passt. Durch die mit groben Fehlern

behafteten Einschaltpunkte 172 und 41 sind auch die Messpunkte des Polygonzugs der Entstehungsurkunde durch die Aufteilung des Richtungs- und Streckenfehlers möglicherweise unzureichend genau bestimmt worden. Resultierende Orientierungsfehler können beispielsweise nicht mit einer rein distanzgewichteten Interpolation abgebildet werden, da die Interpolationswerte rein die Verschiebungen im Festpunktfeld berücksichtigen.

7.2.3 Interpolation mit allen Festpunkten in der Umgebung

Die Ergebnisse der Interpolation unter Verwendung aller Festpunkte der GNSS-Transformation mit der Abstandsschranke zum Schwerpunkt des Messgebiets von 500 m sind in Tabelle 10 ersichtlich. Die Werte der interpolierten Restklaffungen und Homogenvektoren unterscheiden sich im Vergleich zu jenen aus Kapitel 7.2.2 um ca. 2 cm.

Tabelle 10: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 500 m - KG Gramastetten

PNr.	Homogenvektor Y – interpoliert [cm]	Homogenvektor X – interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]
7722	-28.4	4.5	-1.1	3.3
17881	-29.9	5.3	0.4	2.6
17882	-29.5	5.2	0.0	2.7
17885	-28.6	4.8	-0.8	3.0
17886	-28.5	4.7	-1.0	3.2
18412	-30.0	5.3	0.5	2.6
18413	-30.0	5.3	0.4	2.6

Tabelle 11: Berechnete Grenzpunktkoordinaten aus direkter Messung, Interpolation der Restklaffungen und Interpolation der Homogenvektoren aus Berechnung mit allen Festpunkten im Radius von 500 m rund um den Schwerpunkt des Messgebiets - KG Gramastetten

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI VermV-Anschluss [m]	Δ [cm]	MGI Restklaff. Trafo großräumig [m]	Δ [cm]	MGI Homogenv. Trafo global [m]	Δ [cm]
7722	Y	63297.00	63297.041	4.1	63297.018	1.8	63297.018	1.8
	X	360426.60	360426.561	-3.9	360426.588	-1.2	360426.582	-1.8
17881	Y	63281.48	63281.583	10.3	63281.565	8.5	63281.563	8.3
	X	360356.77	360356.723	-4.7	360356.745	-2.5	360356.739	-3.1
17882	Y	63282.32	63282.399	7.9	63282.379	5.9	63282.378	5.8
	X	360375.94	360375.885	-5.5	360375.908	-3.2	360375.902	-3.8
17885	Y	63289.04	63289.065	2.5	63289.045	0.5	63289.044	0.4
	X	360422.57	360422.530	-4.0	360422.555	-1.5	360422.550	-2.0
17886	Y	63293.69	63293.722	3.2	63293.700	1.0	63293.700	1.0
	X	360425.70	360425.664	-3.6	360425.690	-1.0	360425.683	-1.7
18412	Y	63283.74	63283.834	9.4	63283.815	7.5	63283.813	7.3
	X	360351.93	360351.870	-6.0	360351.891	-3.9	360351.885	-4.5
18413	Y	63282.06	63282.142	8.2	63282.124	6.4	63282.122	6.2
	X	360354.08	360354.040	-4.0	360354.062	-1.8	360354.056	-2.4

In Tabelle 11 ist ersichtlich, dass die resultierenden MGI-Koordinaten aus der Interpolation der Restklaffungen und der Interpolation der Homogenvektoren sehr ähnlich sind und eine grobe Annäherung an die Lagekoordinaten der Messung nach aktueller VermV darstellt.

7.2.4 Ergebnis mit GIS-GRID

Die ERTS89-Koordinaten der in der Natur vorhandenen Grenzkennzeichnungen wurden auch mittels der flächenbasierten GIS-GRID-Transformation in das MGI-Koordinatensystem überführt und mit den Messungen entsprechend dem Anschluss an das Festpunktfeld nach aktueller VermV verglichen. Die Gegenüberstellung zeigt, dass sich bei diesem Beispiel die Differenzen zwischen GIS-GRID und DKM sowie dem Anschluss nach VermV und DKM sehr gut decken und die Unterschiede minimal sind. Daraus kann aber nicht geschlossen werden, dass GIS-GRID eine brauchbare Methode zur Anwendung für die Rücksteckung ist. Die Ähnlichkeit der Differenzen ist hier nur zufällig, da das spannungsbehaftete EP-Feld in der Berechnung der Transformation keinen Einfluss hat, weil nur 50 % der Punkte des TP-Feldes für die Bestimmung der Transformationsparameter herangezogen wurden.

Tabelle 12: Vergleich der Ergebnisse mittels GIS-GRID Transformation und Anschluss nach VermV - KG Gramastetten

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI GIS-GRID [m]	Δ [cm]	MGI VermV [m]	Δ [cm]
7722	Y	63297.00	63297.037	3.7	63297.041	4.1
	X	360426.60	360426.559	-4.1	360426.561	-3.9
17881	Y	63281.48	63281.564	8.4	63281.583	10.3
	X	360356.77	360356.725	-4.5	360356.723	-4.7
17882	Y	63282.32	63282.383	6.3	63282.399	7.9
	X	360375.94	360375.887	-5.3	360375.885	-5.5
17885	Y	63289.04	63289.060	2.0	63289.065	2.5
	X	360422.57	360422.530	-4.0	360422.530	-4.0
17886	Y	63293.69	63293.718	2.8	63293.722	3.2
	X	360425.70	360425.662	-3.8	360425.664	-3.6
18412	Y	63283.74	63283.813	7.3	63283.834	9.4
	X	360351.93	360351.871	-5.9	360351.870	-6.0
18413	Y	63282.06	63282.122	6.2	63282.142	8.2
	X	360354.08	360354.042	-3.8	360354.040	-4.0

7.2.5 Vorgeschlagene Vorgehensweise

Aufgrund der großen Spannungen im Festpunktfeld ist hier kein konformer Anschluss an das Festpunktfeld nach VermV möglich. Hier wird empfohlen die Rücksteckung der Grenzpunkte mit der Transformation der lokalen Anfelderung vorzunehmen. Diese Transformation kann der Urkunde für die Teilung anstatt dem Anschluss an das Festpunktfeld angehängt werden.

7.3 Katastralgemeinde Lachstadt / 45630

Die Grenzpunkte des Grenzkatastergrundstücks 467/1 in der Katastralgemeinde Lachstadt nordöstlich von Linz sollen wiederhergestellt werden. In der Natur wurden vier mit der Urkunde 7/1994 von DI Anderle idente Grenzkennzeichnungen vorgefunden, die für den Vergleich mit den berechneten Werten und die lokale Anfelderung herangezogen wurden. Die Festpunkte in der direkten Umgebung um das Messgebiet wurden zum Großteil photogrammetrisch bestimmt. Daher folgen die Spannungen im Festpunktfeld keiner Systematik. Der Auszug der digitalen Katastralmappe mit den vorgefundenen Grenzpunkten ist in Abbildung 22 dargestellt.

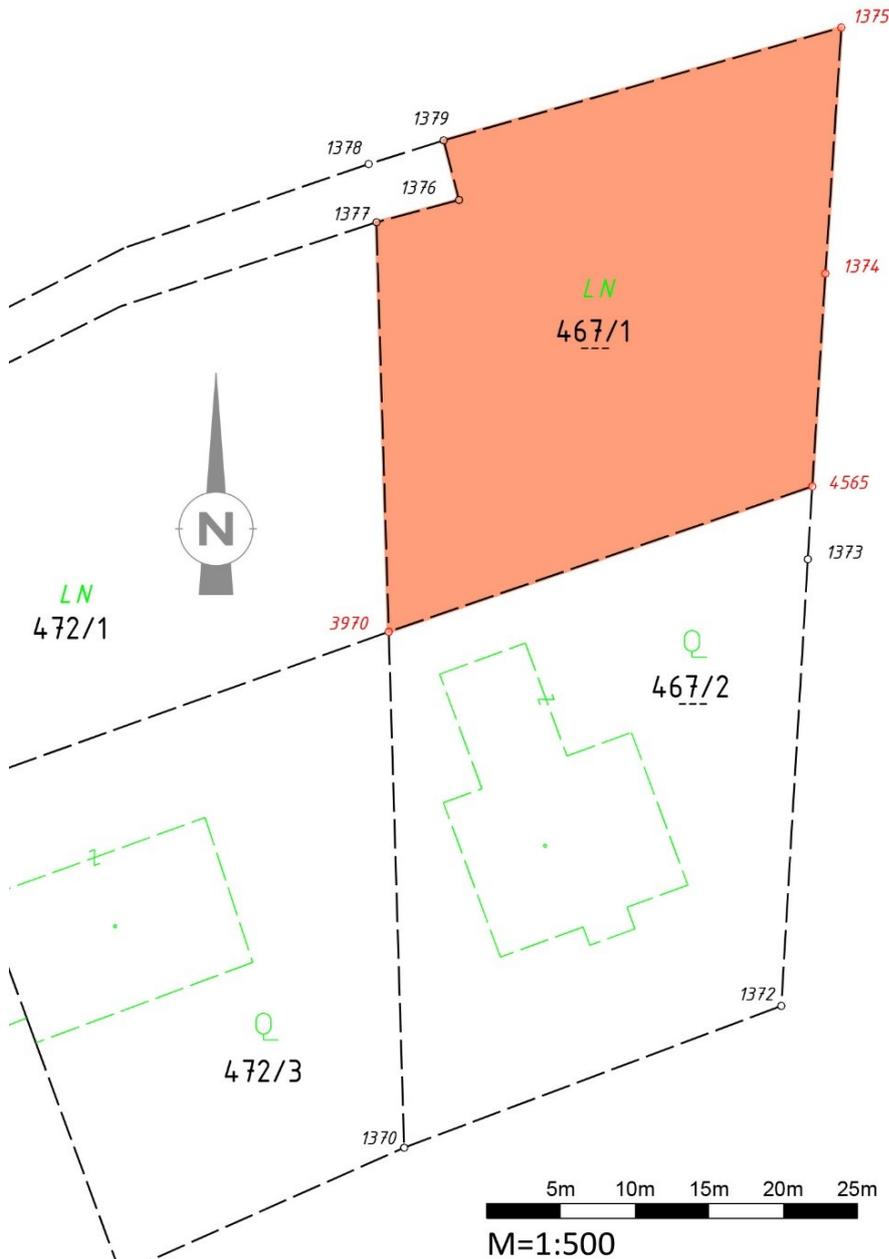


Abbildung 22: Ausschnitt DKM Lachstadt, rote Punkte = in der Natur vorgefundene Grenzzeichen. (Quelle: eigene Darstellung)

Die Festpunktdichte in der unmittelbaren Umgebung des Messgebietes ist bedingt durch die flächendeckende Schaffung von photogrammetrischen Einschaltpunkten sehr hoch. Dies zeigt auch Abbildung 23 mit der zugehörigen Festpunktübersicht.

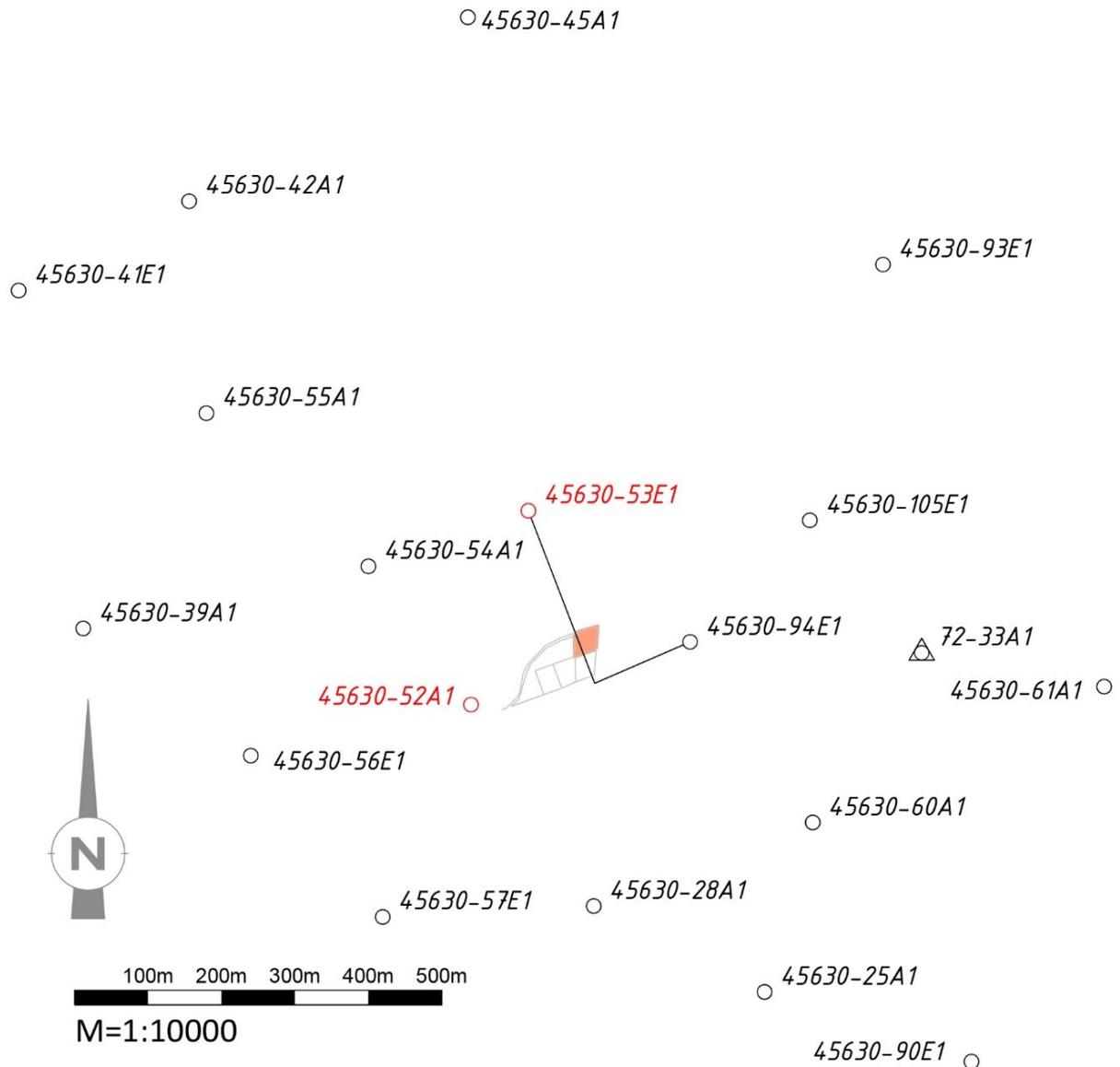


Abbildung 23: Übersicht Festpunkte Lachstadt, nicht mehr freigegebene Festpunkte in roter Farbe. Polygonzug der Entstehungsurkunde als Linienzug eingezeichnet. (Quelle: eigene Darstellung)

Wie auf dem Screenshot aus dem Festpunkt-GIS des BEV in Abbildung 24 zu sehen ist, weisen die Einschaltpunkte 52 und 53 sehr große Spannungen auf, die noch dazu in gegensätzliche Richtungen gerichtet sind und betragsmäßig rund 10 cm ausmachen. Entsprechend der Darstellung ist es also nachvollziehbar, dass diese beiden photogrammetrisch bestimmten Festpunkte ausgeschieden wurden und daher nicht mehr im BEV-Shop zur Verfügung stehen. In Abbildung 23 sind die beiden Punkte daher in roter Farbe gekennzeichnet.



Abbildung 24: Spannungsübersicht der Festpunkte in der KG Lachstadt. (Quelle: BEV Festpunkt-GIS)

Tabelle 13: Verwendete Festpunkte mit Homogenvektoren und Restklaffungen, Festpunkte der Entstehungsurkunde farblich gekennzeichnet – Beispiel KG Lachstadt

Festpunkt	Y [m]	X [m]	Hom Y [cm]	Hom X [cm]	Restkl. Y [cm]	Restkl. X [cm]
45630-105E1	79067.10	353445.29	-13.0	12.9	0.5	-2.1
45630-94E1	78904.03	353278.64	-9.3	8.3	-3.1	-2.5
45630-54A1	78465.91	353382.15	-9.9	12.2	-8.9	-0.1
45630-53E1	78683.79	353458.35	-3.7	10.2	-8.9	-0.1
45630-60A1	79071.14	353031.10	-12.1	6.7	-0.4	4.1
45630-28A1	78772.76	352916.41	-14.8	11.0	2.4	-0.2
45630-57E1	78485.39	352901.50	-11.9	9.8	-0.6	0.9
45630-56E1	78305.77	353122.58	-13.5	8.7	1.0	2.0
45630-55A1	78245.26	353592.10	-13.4	12.0	0.8	-1.3
45630-52A1	78605.69	353192.55	-18.1	1.0	5.4	9.2
45630-39A1	78077.57	353297.04	-13.7	7.5	1.2	3.2
45630-41E1	77989.59	353760.40	-18.7	14.6	6.2	-3.9
45630-42A1	78221.80	353882.80	-17.4	15.0	4.9	-4.3
45630-45A1	78601.44	354134.99	-10.1	14.2	-2.5	-3.5
45630-93E1	79166.76	353795.99	-12.2	13.2	-0.3	-2.4
72-33A1	79219.51	353263.54	-8.3	13.3	-4.1	-2.7
gemittelter Homogenvektor gesamt			-12.5	10.7		
Δ max. zu gemitteltem Homogenvektor			8.8	9.7		

In der Übersicht der verwendeten Festpunkte sind auch jene berücksichtigt, die mittlerweile nicht mehr abrufbar sind. Die verwendeten Festpunkte der Entstehungsurkunde 7/1994 sind in oranger Farbe hinterlegt.

Mit dem rmGEO Modul „GPS-RTK-Transformation“ wurde für die Gesamtheit der Festpunkte aus Tabelle 13 eine zweistufige GNSS-RTK Transformation mit Maßstab 1 berechnet. Die berechnete Drehung von 0,88 cc ermöglicht eine Beurteilung der Restklaffungen der einzelnen Festpunkte im Vergleich zu einem homogenen System. Wie bereits in der Grafik des Festpunkt-GIS in Abbildung 24 zu erkennen ist, weisen die Festpunkte 52 und 53 die höchsten Restklaffungen auf und stehen somit mit rund 10 cm im Widerspruch zu einem homogenen System.

Wird die GNSS-RTK Transformation für das Gebiet nach aktuell gültiger VermV unter Verwendung der nunmehr im BEV-Shop verfügbaren Festpunkte berechnet so ergibt sich eine annähernd homogene Transformation die auf den ersten Blick nicht auf Spannungen im Festpunktfeld schließen lässt, da die nächstgelegenen Einschaltpunkte 52 und 53 nicht mehr zur Verfügung stehen und die weiter entfernten Festpunkte sich besser in das lokale Festpunktfeld einfügen.

Transformation Lachstadt großräumig - Zwangspunkte

2 - Stufen Datumstransformation

Verwendeter Referenzdienst: **APOS**

Stufe 1: 7-Parameter Transformation Helmert 3D

Globale Parameter:

Drehpunkt im alten System (X, Y, Z) (m)	0.000	0.000	0.000
Verschiebung (X, Y, Z) (m)	-577.326	-90.129	-463.919
Drehung (X, Y, Z) (cc)	15.86	4.55	16.35
Maßstab (ppm)	-2.42		

Stufe 2: lokale Transformation Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	78617.592	353403.566
Verschiebung (Y, X) (m)	0.127	-0.101
Drehung (cc)	0.88	
Maßstab (ppm)	0.00	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m) 0.038

Mittlerer Fehler eines Punktes (m) 0.053

Punkte	X [m]	Y [m]	Z [m]	Klaff 2D [cm]	dy [cm]	dx [cm]
	Y [m]	X [m]				
45630-105E1	4116426.496	1056807.640	4740458.634		2D	
45630-105E1	79067.10	353445.29		2.2	0.5	-2.1
45630-28A1	4116898.844	1056617.476	4740130.228		2D	
45630-28A1	78772.76	352916.41		2.4	2.4	-0.2
45630-39A1	4116837.674	1055889.562	4740447.129		2D	
45630-39A1	78077.57	353297.04		3.4	1.2	3.2
45630-41E1	4116518.800	1055723.448	4740752.518		2D	
45630-41E1	77989.59	353760.40		7.3	6.2	-3.9
45630-42A1	4116358.287	1055923.722	4740813.054		2D	
45630-42A1	78221.80	353882.80		6.5	4.9	-4.3
45630-45A1	4116049.162	1056239.954	4740936.370		2D	
45630-45A1	78601.44	354134.99		4.3	-2.5	-3.5
45630-52A1	4116737.878	1056407.598	4740315.056		2D	
45630-52A1	78605.69	353192.55		10.6	5.4	9.2
45630-53E1	4116541.790	1056441.828	4740509.472		2D	
45630-53E1	78683.79	353458.35		8.9	-8.9	-0.1
45630-54A1	4116641.779	1056241.424	4740452.260		2D	
45630-54A1	78465.91	353382.15		3.0	-2.6	-1.5
45630-55A1	4116564.932	1055996.877	4740620.641		2D	
45630-55A1	78245.26	353592.10		1.6	0.8	-1.3
45630-56E1	4116864.469	1056129.533	4740276.250		2D	
45630-56E1	78305.77	353122.58		2.3	1.0	2.0
45630-57E1	4116983.389	1056342.343	4740128.905		2D	
45630-57E1	78485.39	352901.50		1.1	-0.6	0.9
45630-60A1	4116718.911	1056880.969	4740174.258		2D	
45630-60A1	79071.14	353031.10		4.1	-0.4	4.1
45630-93E1	4116147.470	1056843.907	4740690.472		2D	
45630-93E1	79166.76	353795.99		2.4	-0.3	-2.4
45630-94E1	4116600.273	1056681.570	4740365.213		2D	
45630-94E1	78904.03	353278.64		4.0	-3.1	2.5
72-33A1	4116528.492	1056988.608	4740343.682		2D	
72-33A1	79219.51	353263.54		4.9	-4.1	-2.7

Transformation Lachstadt nach VermV - Zwangspunkte

2 - Stufen Datumstransformation

Verwendeter Referenzdienst: APOS

Stufe 1: 7-Parameter Transformation Helmert 3D

Globale Parameter:

Drehpunkt im alten System (X, Y, Z) (m)	0.000	0.000	0.000
Verschiebung (X, Y, Z) (m)	-577.326	-90.129	-463.919
Drehung (X, Y, Z) (cc)	15.86	4.55	16.35
Maßstab (ppm)	-2.4232		

Stufe 2: lokale Transformation Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	78645.523	353226.130
Verschiebung (Y, X) (m)	0.117	-0.098
Drehung (cc)	5.53	
Maßstab (ppm)	-24.20	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m) 0.021

Mittlerer Fehler eines Punktes (m) 0.030

Punkte	X [m]	Y [m]	Z [m]	Klaff 2D [cm]	dy [cm]	dx [cm]
	Y [m]	X [m]				
45630-105E1	4116426.496	1056807.640	4740458.634		2D	
45630-105E1	79067.10	353445.29		2.8	2.3	-1.6
45630-54A1	4116641.779	1056241.424	4740452.260		2D	
45630-54A1	78465.91	353382.15		2.7	-2.2	-1.6
45630-56E1	4116864.469	1056129.533	4740276.250		2D	
45630-56E1	78305.77	353122.58		1.7	1.2	1.2
45630-57E1	4116983.389	1056342.343	4740128.905		2D	
45630-57E1	78485.39	352901.50		0.4	0.2	-0.3
45630-94E1	4116600.273	1056681.570	4740365.213		2D	
45630-94E1	78904.03	353278.64		2.9	-1.6	2.4

7.3.1 Lokale Anfelderung nach VermV

Da bei diesem Beispiel nur vier Grenzpunkte mit identer Kennzeichnung in der Natur vorgefunden wurden, ist die Überbestimmung für die lokale Anfelderung mittels 2D-Helmert-Transformation zwar gegeben, mögliche Ausreißer können aber nicht erkannt werden und werden durch die Parameter Rotation und Maßstab kompensiert. So ist bei den Parametern der lokalen Anfelderung zu sehen, dass der Maßstab mit -612 ppm die in der VermV geforderten 100 ppm nicht erfüllt und somit diese Methode nicht für die Rücksteckung der Koordinaten geeignet ist. Es ist nicht nachvollziehbar, inwieweit für die Kennzeichnungen (3 Grenzsteine und eine Metallmarke) bereits bei der Vermessung im Jahr 1994 Differenzen zwischen Planstand und Naturstand vorlagen und die Koordinaten nicht korrigiert wurden. Die Koordinaten der Grenzsteine wurden beispielsweise aus der Urkunde 7/1974 übernommen und nicht an den vermutlich geänderten Naturstand angepasst.

Lokale Anfelderung – Lachstadt

Helmert (2D)

Berechnete Parameter:

Drehpunkt im alten System (Y, X) (m)	78769.474	353277.588
Verschiebung (Y, X) (m)	0.006	0.044
Drehung (cc)	309.21	
Maßstab (ppm)	-612.95	

Mittlerer Fehler einer Koordinate (m) 0.026

Mittlerer Fehler eines Punktes (m) 0.036

Punkte	Y [m]	X [m]	Std.Klaff [m]	Klaff. [m]	dy [m]	dx [m]
1374N	78776.801	353283.082			2D	
1374	78776.790	353283.160	0.044	0.043	-0.015	0.040
1375N	78777.849	353299.871			2D	
1375	78777.870	353299.880	0.025	0.020	0.010	-0.017
3970N	78747.337	353258.736			2D	
3970	78747.350	353258.800	0.005	0.004	0.003	-0.003
4565N	78775.910	353268.664			2D	
4565	78775.910	353268.690	0.021	0.021	0.002	-0.020

7.3.2 Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde

Die beiden Einschaltpunkte 45630-53E1 und 45630-94E1 haben beide amtliche ETRS89-Koordinaten erhalten, wobei der erstgenannte Festpunkt mittlerweile nicht mehr über den BEV-Shop verfügbar ist. In Tabelle 14 sind die interpolierten Werte ersichtlich, unter Verwendung der beiden Festpunkte, an die in der Entstehungsurkunde angeschlossen wurde.

Tabelle 14: Interpolierte Werte bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 45630-53E1 und 45630- - KG Lachstadt

PNr.	Homogenvektor Y – interpoliert [cm]	Homogenvektor X – interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]
1374	-7.0	9.3	-5.4	-1.6
1375	-6.9	9.3	-5.5	-1.5
3970	-6.8	9.4	-5.6	-1.5
4565	-7.1	9.2	-5.3	-1.6

Tabelle 15: Ergebnisse bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 45630-53E1 und 45630-94E1 - KG Lachstadt

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI VermV-Anschluss [m]	Δ [cm]	MGI Restklaff. Trafo großräumig [m]	Δ [cm]	MGI Homogenv. Trafo global [m]	Δ [cm]
1374	Y	78776.79	78776.801	1.1	78776.759	-3.1	78776.756	-3.4
	X	353283.16	353283.082	-7.8	353283.065	-9.5	353283.089	-7.1
1375	Y	78777.87	78777.849	-2.1	78777.806	-6.4	78777.803	-6.7
	X	353299.88	353299.871	-0.9	353299.855	-2.5	353299.878	-0.2
3970	Y	78747.35	78747.337	-1.3	78747.293	-5.7	78747.290	-6.0
	X	353258.8	353258.736	-6.4	353258.719	-8.1	353258.741	-5.9
4565	Y	78775.91	78775.910	0.0	78775.870	-4.0	78775.867	-4.3
	X	353268.69	353268.664	-2.6	353268.646	-4.4	353268.672	-1.8

Beim Vergleich der Differenzen fällt auf, dass weder bei der Interpolation der Restklaffungen noch bei der Interpolation der Homogenvektoren eine Ähnlichkeit mit den Differenzen der Grenzpunktkoordinaten aus der Messung nach aktuellem Anschluss an das Festpunktfeld lt. VermV vorliegt. Es ist daher davon auszugehen, dass die vorhandenen nicht-systematischen Lagefehler der Grenzpunkte in diesem Beispiel keinen Rückschluss auf Richtung und Betrag der Verschiebungen an Hand der interpolierte Werte zulassen.

7.3.3 Interpolation mit allen Festpunkten in der Umgebung

Die Interpolation der Restklaffungen und der Homogenvektoren erfolgte für dieses Beispiel über die Festpunkte aus Tabelle 13 unter Berücksichtigung der Abstandsschranke vom Schwerpunkt des Messgebietes von 500 m. Wie bereits bei den gemittelten Homogenvektoren sichtbar, ist das Ergebnis der Interpolation bei dieser Methode um rund 5 cm verschieden von jenem Ergebnis in Kapitel 7.3.2 weil der EP 53 eine starke Inhomogenität aufweist.

Tabelle 16: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 500 m - KG Lachstadt

PNr.	Homogenvektor Y – interpoliert [cm]	Homogenvektor X – interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]	Restklaffung Y - interpoliert [cm]
1374	-11.1	8.8	-2.0	0.9
1375	-10.9	8.9	-2.1	0.8
3970	-11.5	8.6	-1.6	1.3
4565	-11.2	8.8	-1.8	0.9

Tabelle 17: Ergebnisse bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 500 m - KG Lachstadt

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI VermV-Anschluss [m]	Δ [cm]	MGI Restklaff. Trafo großräumig [m]	Δ [cm]	MGI Homogenv. Trafo global [m]	Δ [cm]
1374	Y	78776.79	78776.801	1.1	78776.725	-6.5	78776.797	0.7
	X	353283.16	353283.082	-7.8	353283.061	-9.9	353283.094	-6.6
1375	Y	78777.87	78777.849	-2.1	78777.772	-9.8	78777.843	-2.7
	X	353299.88	353299.871	-0.9	353299.849	-3.1	353299.882	0.2
3970	Y	78747.35	78747.337	-1.3	78747.263	-8.7	78747.337	-1.3
	X	353258.8	353258.736	-6.4	353258.718	-8.2	353258.749	-5.1
4565	Y	78775.91	78775.91	0.0	78775.835	-7.5	78775.908	-0.2
	X	353268.69	353268.664	-2.6	353268.644	-4.6	353268.676	-1.4

Im Gegensatz zur Interpolation mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde kann hier bei der Interpolation der Homogenvektoren die Tendenz der Verschiebung der Grenzpunkte erahnt werden. Es kann aber auch hier keine eindeutige Aussage über die Verschiebung getroffen werden.

7.3.4 Ergebnis mit GIS-GRID

Obwohl bei der Berechnung der Transformationsparameter des GIS-GRID kein einziger Einschaltpunkt verwendet wurde, ist das Ergebnis bei diesem Beispiel wieder ungewöhnlich ähnlich zu jenem, das bei der Messung unter Anschluss an das Festpunktfeld gemäß VermV an die nächstgelegenen Festpunkte - hier zum Großteil Einschaltpunkte - erhalten wird. Eine Begründung hierfür ist bei diesem Beispiel, dass das Festpunktfeld im Messgebiet beim Anschluss nach VermV bereits sehr homogen ist und daher Ähnlichkeiten, zu der aus den homogenen Triangulierungspunkten berechnete GIS-GRID Transformation aufweist. Außerdem werden Spannungen der Einschaltpunkte bei GIS-GRID nicht berücksichtigt, da ausschließlich ausgewählte TP-Punkte in die Berechnung einfließen.

Tabelle 18: Vergleich der Ergebnisse mittels GIS-GRID Transformation und Anschluss nach VermV - KG Lachstadt

PNr.	Koord.	MGI DKM [m]	MGI GIS-GRID [m]	Δ [cm]	MGI VermV [m]	Δ [cm]
1374	Y	78776.79	78776.837	4.7	78776.801	1.1
	X	353283.16	353283.095	-6.5	353283.082	-7.8
1375	Y	78777.87	78777.885	1.5	78777.849	-2.1
	X	353299.88	353299.884	0.4	353299.871	-0.9
3970	Y	78747.35	78747.372	2.2	78747.337	-1.3
	X	353258.80	353258.748	-5.2	353258.736	-6.4
4565	Y	78775.91	78775.946	3.6	78775.910	0.0
	X	353268.69	353268.676	-1.4	353268.664	-2.6

7.3.5 Vorgeschlagene Vorgehensweise

Da es bei diesem Beispiel nicht möglich ist anhand der aufgefundenen Grenzpunkte die Geometrie der alten Urkunde zu überprüfen, bleibt in diesem Fall nur die Rücksteckung der Grenzpunkte mit der GNSS-RTK Transformation nach VermV. Das Festpunktfeld ist nach Ausscheiden der spannungsbehafteten Einschaltpunkte annähernd homogen, daher ist eine weitere Koordinatenänderung der Grenzpunkte durch Änderung der Festpunktfeldes nicht mehr zu erwarten.

8 Zusammenfassung und Fazit

Durch die Inhomogenität des Gebrauchskoordinatensystems in Österreich kommt es im Kataster zwangsläufig zu Problemen, die nicht mit standardisierten Lösungsansätzen gelöst werden können. Die aktuelle Vermessungsverordnung gibt einen rechtlich definierten Rahmen vor, in dem die Arbeiten für die Katastervermessung durchzuführen sind. Vor allem beim Anschluss an das amtliche Festpunktfeld ist auf lokale Gegebenheiten zu achten und von Fall zu Fall über die konkrete Ausführung zu entscheiden. Mit der Einführung des rechtsverbindlichen Grenzkatasters wurde in Österreich die Möglichkeit geschaffen, Grundgrenzen unter den Vertrauensschutz zu stellen. Die symbolische Unverrückbarkeit der Grenzpunkte und deren Koordinaten stellen im Vermessungsalltag eine anspruchsvolle geodätische Herausforderung dar. Da die einfache Rücksteckung der Koordinaten lt. Kataster ohne Berücksichtigung der Gegebenheiten nicht zulässig ist, ist diese Aufgabenstellung nur durch die Expertise von vermessungsbefugten Personen rechtlich und technisch zu bewältigen.

In der gegenständlichen Diplomarbeit wurden Methoden untersucht, die Aufschluss über die Verschiebung von Grenzpunkten im spannungsbehafteten Festpunktfeld geben könnten. Im Rahmen der Anwendung bei den drei Beispielen hat sich herausgestellt, dass sich mit den untersuchten Methoden und den daraus berechneten Ergebnissen kein Rückschluss auf die Verschiebungen der Grenzpunkte im Vergleich zur Messung nach aktueller VermV ziehen lässt. Eine Verdrehung der Nordrichtung in den Grenzpunkten einer Urkunde bleibt bei der distanzgewichteten Interpolation völlig unberücksichtigt. Die lokale Anfelderung erwies sich bei den Beispielen in der KG Gramastetten und Gallneukirchen als das beste Mittel, um einerseits die Vorgaben der VermV einzuhalten und andererseits, um die Grundstückskonfiguration im spannungsbehafteten Festpunktfeld nicht zu verzerren. Daher wird empfohlen die Rücksteckung der Grenzpunkte mittels lokaler Anfelderung vorzunehmen und die Koordinaten dann entsprechend des Anschlusses nach aktueller VermV mittels § 13 Abs. 1 VermG zu berichtigen.

Die Rekonstruktion des Festpunktfeldanschlusses einer alten Vermessungsurkunde beinhaltet deutlich mehr Unsicherheitsfaktoren als nur die möglichen Spannungen der verwendeten Festpunkte. Einerseits sind durch die Ausdünnung des Festpunktfeldes viele Festpunkte gänzlich verloren gegangen bzw. nicht mehr über den BEV-Shop verfügbar und die Koordinaten daher gar nicht oder nur erschwert zugänglich. Andererseits ist es auch schon vorgekommen, dass die im Plan angegebenen Messungen zum Anschluss an das Festpunktfeld in dieser Form nicht stattgefunden haben.

Es sei auch noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Rücksteckung von Grenzpunkten mittels GIS-GRID keine geeignete Vorgehensweise darstellt, da nur rund 10 % der Festpunkte (allesamt Triangulierungspunkte) in die Berechnung eingeflossen sind und daher die lokalen Inhomogenitäten des Festpunktfeldes nicht abgebildet werden können.

Der Ansatz, die Spannungen im Festpunktfeld rechnerisch auf Grenzpunkte im Messgebiet zu übertragen, geht davon aus, dass sich die bekannten Restklaffungen bzw. Homogenvektoren linear mit der Entfernung auf die interpolierten Werte im Grenzpunkt auswirken. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die innere Geometrie der Urkunde in der Natur unverändert ist

und die Grenzpunktkoordinaten im Koordinatenverzeichnis direkt von den verwendeten Festpunkten abgeleitet sind. In der Praxis ist es aber häufig der Fall, dass die Koordinaten aus einem Vorgängerplan übernommen werden und so bestehende Lageabweichungen hingenommen werden. Dieser Vorgang ist für Grenzpunkte von Grundstücken im Grenzkataster zulässig, wenn diese nicht gegenständlich für die Urkunde sind. Liegen die Abweichungen innerhalb der geforderten Nachbarschaftsgenauigkeit der zum Vermessungszeitpunkt geltenden VermV, so können aufgefundene Grenzzeichen als ident angesehen werden. Koordinatenanpassungen an die Lage in der Natur werden eher selten vorgenommen. Aktuell fehlt noch eine höchstgerichtliche Entscheidung, ob Koordinatenänderungen im spannungsbehafteten Festpunktfeld als Grund für die Berichtigung des Grenzkatasters nach § 13 Abs. 1 VermG geltend gemacht werden können. Ein diesbezügliches Verfahren beim Verwaltungsgerichtshof läuft aktuell noch (Stand: Februar 2020).

Da im österreichischen Kataster keine idealtypischen Bedingungen vorliegen, kann mit Hilfe der Interpolation von Restklaffungen bzw. Homogenvektoren keine Aussage über den genauen Betrag oder die Richtung der Verschiebung getroffen werden. Die genaue Beurteilung erfolgt von Fall zu Fall unter Berücksichtigung der Einflüsse, wie der Konfiguration des Festpunktfeldes und der Abweichung der vorhandenen Grenzzeichen zu den Koordinaten laut DKM. Diese Differenzen sind nur durch direkte Messung im Interessensgebiet zu ermitteln. Wie bereits bei der variablen Festlegung der Abstandsschranke für die verwendeten Festpunkte bei der Inverse Distance Weighting Methode, ist auch die Beurteilung der Grenzsituationen variabel vorzunehmen. Vermessungsbefugte können bei der Rücksteckung von Grenzkatasterkoordinaten nur anlassbezogen auf Spannungen im Festpunktfeld reagieren und im Rahmen der rechtlichen Vorgaben, die für den individuellen Fall am besten geeignete Lösungsvariante anwenden.

Grundsätzlich sind die beiden Aufgabenstellungen der Rücksteckung einer Urkunde und des Anschlusses an das amtliche Festpunktfeld getrennt voneinander zu betrachten. Die Rücksteckung ist die Übertragung der inneren Geometrie einer Vermessungsurkunde in die Natur unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Entstehung maßgeblichen Festpunkte und der entsprechenden Vermessungsverordnung. Nach der Rücksteckung der Grenzpunkte in die Natur ist im zweiten Schritt die koordinative Festlegung im Koordinatensystem MGI unter Anschluss an das amtliche Festpunktfeld vorzunehmen. Handelt es sich bei den Grenzpunkten um Punkte von Grundstücken im Grundsteuerkataster, so ist eine Koordinatenänderung als Anpassung an die geänderte Realisierung des Landeskoordinatensystems ohne Probleme mit Verweis auf die Entstehungsurkunde möglich. Im Grenzkataster ist die Änderung von Koordinaten entsprechend dem Vertrauensschutz nur erschwert möglich. Mit § 13 Abs. 1 VermG kann die Berichtigung per Bescheid nur erfolgen, wenn „die Einverleibung oder Anmerkung mit ihrer Grundlage nicht im Einklang steht oder fehlerhaft ist“. Die entsprechende höchstgerichtliche Entscheidung und deren Auswirkung ist derzeit noch nicht abzuschätzen.

9 Literaturverzeichnis

- Bauer, M. (2018). *Vermessung und Ortung mit Satelliten: globale Navigationssatellitensysteme (GNSS) und andere satellitengestützte Navigationssysteme (7. Auflage)*. Berlin: Wichmann.
- BEV. (2010). *Globale Transformationsparameter*. Abgerufen am 03. 01 2020 von Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen: http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/0200_PRODUKTE/UNENTGELTLICHE_PRODUKTE_DES_BEV/Globale-Transformationsparameter.zip
- BEV. (11 2019). *Folder: BEV-APOS Austrian Positioning Service*. Abgerufen am 02. 01 2020 von Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen: http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/0550_SUPPORT/0500_DOWNLOADS/PRODUKTFOLDER/AUSTRIANPOSITIONINGSERVICE-FOLDER.PDF
- BEV. (2020). Persönliche Korrespondenz mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Blauensteiner, F., Feucht, R., Otter, J. und Kraml R.).
- BEV-Transformator. (2020). *BEV-Transformator*. Abgerufen am 13. 01 2020 von Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen: <http://transformator.bev.gv.at/>
- Burtscher, T., Holler, K., Müller-Fembeck, M., & Stix, P. (2019). *Das österreichische Vermessungsrecht* (Bd. 5. Auflage). Wien: Manz Verlag.
- El-Mowafy, A. (2012). Precise Real-Time Positioning Using Network RTK. In S. Jin, *Global Navigation Satellite Systems: Signal, Theory and Applications* (S. 161-188). Rijeka: InTech.
- Erker, E. (1997). Die Homogenisierung des österreichischen Festpunktfeldes im internationalen Rahmen. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 2/1997*, S. 109-116.
- Ernst, J., & Kast, K. (2017). Von der Evidenzhaltung zur Fortführung des Katasters. In BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, *200 Jahre Kataster* (S. 107-120). Wien: BEV.
- Ernst, J., Abart, G., & Twaroch, C. (2017). *Der Grenzkataster (2. Auflage)*. Wien: NWV Verlag.
- Grillmayer, E., & Blauensteiner, F. (2017). GNSS Messungen im Kataster. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 3/2017*, S. 167-173.
- Grillmayer, E., & Blauensteiner, F. (2019). Umgang mit Restklaffungen nach Anfelderung an das amtliche Festpunktfeld – ein Pro und Contra. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 1/2019*, S. 44-47.
- Hofmann-Wellenhof, B., Kienast, G., & Lichtenegger, H. (1. 1 1994). *GPS in der Praxis*. Wien: Springer.

- Högerl, N., Titz, H., & Zahn, E. (2007). APOS – Austrian Positioning Service. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 1/2007*, S. 10-23.
- Imrek, E., & Mück, W. (2017). Vom System St. Stephan zum Globalen Positionierungssystem. In BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, *200 Jahre Kataster* (S. 71-84). Wien: BEV.
- Kovarik, J. (1971). Zur photogrammetrischen Bestimmung von Einschaltpunkten. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 2/1971*, S. 39-47.
- Mansberger, R., Ernst, J., Navratil, G., & Twaroch, C. (2016). Kataster E³ – Entstehung, Evidenzhaltung und Entwicklung des Franziszeischen Katasters. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 4/2016*, S. 178-186.
- Möser, M., Hoffmeister, H., Müller, G., Staiger, R., Schlemmer, H., & Wanninger, L. (2012). *Handbuch Ingenieurgeodäsie : Grundlagen (4. Auflage)*. Heidelberg: Wichmann.
- Müller-Fembeck, M. (2018). 50 Jahre Grenzkataster: „Haben wir rechtlich etwas garantiert, das wir technisch gar nicht garantieren können? *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 4/2018*, S. 261-263.
- Niemeier, W. (2008). *Ausgleichsrechnung (2. Auflage)*. Berlin: de Gruyter.
- Otter, J. (2012). Transformationsflächen für die Umrechnung zwischen ETRS89 und MGI in Österreich. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 3/2012*, S. 333-340.
- Otter, J. (15. 05 2015). *BEV: 3-D Referenzsysteme in Österreich (V2.0)*. Abgerufen am 27. 12 2019 von http://www.bev.gv.at/pls/portal/docs/PAGE/BEV_PORTAL_CONTENT_ALLGEMEIN/0200_PRODUKTE/SCHNITTSTELLENBESCHREIBUNGEN/SYSTEME_LANDESVERMESSUNG_2015.PDF
- Rohrer, H. (1935). Die Ausgestaltung des Dreiecksnetzes 1. Ordnung. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Sonderheft 2*, S. 20-25.
- Scharr, K. (2017). Kataster und Grundbuch im Kaisertum Österreich, Ausgangssituation und Entwicklung bis 1866. In BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, *200 Jahre Kataster* (S. 37-51). Wien: BEV.
- Schwarzinger, K. (1986). 100 Jahre Führung des Katasters. Wien: BEV.
- Stickler, A., & Waldhäusl, P. (1965). Untersuchung der Genauigkeit photogrammetrisch bestimmter Einschaltpunkte. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 6/1965*, S. 185-192.
- Titz, H., Höggerl, N., Imrek, E., & Stangl, G. (2010). Realisierung und Monitoring von ETRS89 in Österreich. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 2/2010*, S. 52-61.
- Twaroch, C. (2017). *Kataster- und Vermessungsrecht (3. Auflage)*. Wien: NWV Verlag.

- Twaroch, C., Hiermanseder, M., Mansberger, R., & Navratil, G. (2016). Der Weg zum Grundsteuerpatent. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 3/2016*, S. 119-127.
- Wessely, J. (1957). Der österreichische Grundkataster und seine weiteren Entwicklungsmöglichkeiten. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Sonderheft 19*, S. 17-24.
- Zahn, E. (2019). APOS – Austrian Positioning Service on the Way to Multi GNSS. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 2/2019*, S. 119-123.
- Zeger, J. (1979). *Durchführung von Triangulierungsarbeiten*. Wien.
- Zeger, J. (1991). *Die historische Entwicklung der staatlichen Vermessungsarbeiten (Grundlagenvermessungen) in Österreich* (Bde. Band II - Triangulierung für Katasterzwecke). Wien: Fa. Anton Riegelnik.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der urbane Raum. Franziszeischer Kataster 1:2880, Katastralgemeinde Stadt Hall. (Quelle: BEV-Innsbruck in Scharr, 2017, S. 45).....	9
Abbildung 2: Dreiecksetz der 1. Militärtriangulierung von 1806 -1811. (Quelle: Österreichisches Staatsarchiv in Imrek & Mück, 2017, S.74).....	10
Abbildung 3: Globales 3D-Koordinatensystem. (Quelle: Bauer, 2018, S. 61).....	14
Abbildung 4: Zuordnung der Meridianstreifen. (Quelle: Otter, 2015, S. 15).....	15
Abbildung 5: Beispiel Punktkarte MGI. (Quelle: Abfrage aus BEV-Shop)	17
Abbildung 6: Konzept virtuelle Referenzstation VRS. (Quelle: El-Mowafy, 2012, S. 169)	19
Abbildung 7: Master-Auxilliary-Konzept (MAC). (Quelle: Otter, 2015, S. 35).....	19
Abbildung 8: Übersichtskarte Stationen im APOS-Netzwerk. (Quelle: BEV, 2019, S. 12f)....	20
Abbildung 9: 3D-Helmert-Transformation. (Quelle: Niemeier, 2008, S. 349).....	21
Abbildung 10: 2D-Helmert-Transformation. (Quelle: BEV-Transformator).....	23
Abbildung 11: Schematische Darstellung der Rasterpunkte im GIS-GRID und Restklaffungen in der Lage bei Verwendung des bundesweiten Parametersatzes für die 7-Parameter-Transformation. (Quelle: Otter, 2015, S. 58).....	24
Abbildung 12: Beispiel zur Transformation mit unterschiedlicher Anzahl an Passpunkten. (Quelle: Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 169)	25
Abbildung 13 (links): Lageänderung in Abhängigkeit der Entfernung zum Schwerpunkt bei verschiedenen Rotationen. (rechts): Maximal zulässige Rotation für verschiedene Festpunktabstände unter Einhaltung der VermV. (Quelle: Grillmayer & Blauensteiner, 2017, S. 172).....	26
Abbildung 14: Zusammenhang und Umrechnung der Bezugssysteme MGI und ETRS89. (Quelle: eigene Darstellung nach Otter, 2015, S. 49)	27
Abbildung 15: Inverse Distance Weighting, Interpolation des Homogenvektors für den Grenzpunkt GP1. (Quelle: eigene Darstellung).....	34
Abbildung 16: Ausschnitt DKM Gallneukirchen, rote Punkte = in der Natur vorgefundene Grenzzeichen. (Quelle: eigene Darstellung)	37
Abbildung 17: Übersicht Festpunkte Gallneukirchen, nicht mehr freigegebene Festpunkte in roter Farbe. (Quelle: eigene Darstellung)	38
Abbildung 18: Spannungsübersicht der Festpunkte in der KG Gallneukirchen. (Quelle: BEV Festpunkt-GIS).....	39
Abbildung 19: Ausschnitt DKM Gramastetten, rote Punkte = in der Natur vorgefundene Grenzzeichen, Messgebiet in orange. (Quelle: eigene Darstellung)	48
Abbildung 20: Übersicht Festpunkte Gramastetten. Polygonzug der Entstehungsurkunde als Linienzug eingezeichnet. (Quelle: eigene Darstellung)	49
Abbildung 21: Spannungsübersicht der Festpunkte in der KG Gramastetten. (Quelle: BEV Festpunkt-GIS).....	50
Abbildung 22: Ausschnitt DKM Lachstadt, rote Punkte = in der Natur vorgefundene Grenzzeichen. (Quelle: eigene Darstellung)	57
Abbildung 23: Übersicht Festpunkte Lachstadt, nicht mehr freigegebene Festpunkte in roter Farbe. Polygonzug der Entstehungsurkunde als Linienzug eingezeichnet. (Quelle: eigene Darstellung).....	58
Abbildung 24: Spannungsübersicht der Festpunkte in der KG Lachstadt. (Quelle: BEV Festpunkt-GIS).....	59

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Festpunkte mit Homogenvektoren und Restklaffungen, Festpunkte der Entstehungsurkunde farblich gekennzeichnet – Beispiel KG Gallneukirchen.....	40
Tabelle 2: Interpolierte Werte bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 45624-64C1 und 45634-6A1 - KG Gallneukirchen	44
Tabelle 3: Berechnete Grenzpunktkoordinaten aus direkter Messung, Interpolation der Restklaffungen und Interpolation der Homogenvektoren aus Berechnung mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde 45624-64C1 und 45634-6A1 - KG Gallneukirchen	45
Tabelle 4: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 1000 m - KG Gallneukirchen	46
Tabelle 5: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 1000 m - KG Gallneukirchen	46
Tabelle 6: Vergleich der Ergebnisse mittels GIS-GRID Transformation und Anschluss nach VermV - KG Gallneukirchen	47
Tabelle 7: Verwendete Festpunkte mit Homogenvektoren und Restklaffungen, Festpunkte der Entstehungsurkunde farblich gekennzeichnet – Beispiel KG Gramastetten.....	50
Tabelle 8: Interpolierte Werte bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 252-32C1, 45611-41C1 und 45611-172E1 - KG Gramastetten.....	54
Tabelle 9: Berechnete Grenzpunktkoordinaten aus direkter Messung, Interpolation der Restklaffungen und Interpolation der Homogenvektoren aus Berechnung mit den Festpunkten der Entstehungsurkunde 252-32C1, 45611-41C1 und 45611-172E1 – KG Gramastetten	54
Tabelle 10: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 500 m - KG Gramastetten	55
Tabelle 11: Berechnete Grenzpunktkoordinaten aus direkter Messung, Interpolation der Restklaffungen und Interpolation der Homogenvektoren aus Berechnung mit allen Festpunkten im Radius von 500 m rund um den Schwerpunkt des Messgebiets - KG Gramastetten	55
Tabelle 12: Vergleich der Ergebnisse mittels GIS-GRID Transformation und Anschluss nach VermV - KG Gramastetten	56
Tabelle 13: Verwendete Festpunkte mit Homogenvektoren und Restklaffungen, Festpunkte der Entstehungsurkunde farblich gekennzeichnet – Beispiel KG Lachstadt.....	59
Tabelle 14: Interpolierte Werte bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 45630-53E1 und 45630- - KG Lachstadt.....	63
Tabelle 15: Ergebnisse bei der Verwendung der Festpunkte aus der Entstehungsurkunde 45630-53E1 und 45630-94E1 - KG Lachstadt.....	63
Tabelle 16: Interpolierte Werte bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 500 m - KG Lachstadt.....	64
Tabelle 17: Ergebnisse bei der Verwendung aller umliegenden Festpunkte mit Abstandsschranke 500 m - KG Lachstadt.....	64
Tabelle 18: Vergleich der Ergebnisse mittels GIS-GRID Transformation und Anschluss nach VermV - KG Lachstadt.....	65

12 Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
Abb.	Abbildung
ABGB	Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch
Abs.	Absatz
ANA	Allgemeine Neuanlegung
APOS	Austrian Positioning Service
BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BVwG	Bundesverwaltungsgerichtshof
cc	Neusekunde (entspricht 0,1 mgon)
cm	Zentimeter
DI	Diplom-Ingenieur
DKM	Digitale Katastralmappe
EP	Einschaltpunkt
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
EUREF	Europäisches Referenzsystem
GALILEO	Europäisches GNSS
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geographisches Informations System
GLONASS	Russisches GNSS
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
hg.	höchstgerichtlich
hom.	homogen
Homogenv.	Homogenvektor
int.	interpoliert
IRTS	Internationales Terrestrisches Referenzsystem
KG	Katastralgemeinde
Koord.	Koordinaten
km	Kilometer
lit.	littera
lt.	laut
LTG	Liegenschaftsteilungsgesetz

m	Meter
MAC	Master-Auxiliary-Concept
MGI	Militärgeographisches Institut, oder auch Landeskoordinatensystem
mgon	Milligon
mm	Millimeter
Nr.	Nummer
NTv2	National Transformation version 2
PNr.	Punktnummer
ppm	parts per million
Restklaff.	Restklaffungen
RIS	Rechtsinformationssystem des Bundes
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime Services
RTK	Real Time Kinematic
S.	Seite
TNA	Teilweise Neuanlegung
TP	Triangulierungspunkt
Trafo	Transformation
u.a.	unter anderem
UTM	Universal Transverse Mercator
VermG	Vermessungsgesetz
VermV	Vermessungsverordnung
VfSlg	Ausgewählte Entscheidungen des Verfassungsgerichtshofes
vgl.	vergleiche
VHW	Veränderungshinweis
VRS	Virtuelle Referenzstation
VwGH	Verwaltungsgerichtshof
WGS84	World Geodetic System 1984
z.B.	zum Beispiel

13 Anhang A: Gesetze und Verordnungen

13.1 Vermessungsgesetz (VermG)

Bundesgesetz vom 3. Juli 1968 über die Landesvermessung und den Grenzkataster (Vermessungsgesetz – VermG) – letzte Änderung BGBl. I Nr. 51/2016

§ 1. Aufgaben der Landesvermessung sind

1. die Grundlagenvermessung für die geodätischen Bezugssysteme und zwar
 - a) die Schaffung und Erhaltung der Festpunkte sowie die Bereitstellung von Messdaten aus dem Satellitenreferenzsystem,

§ 8. Der nach Katastralgemeinden angelegte Grenzkataster ist bestimmt:

1. zum verbindlichen Nachweis der Grenzen der Grundstücke,
2. zur Ersichtlichmachung
 - a) der Benützungsarten und weiteren Unterteilungen gemäß § 10 Abs. 2 (Nutzungen),
 - b) der Flächenausmaße,
 - c) der vermessungsbehördlich bescheinigten Änderungen des Katasters,
 - d) sonstiger Angaben zur leichteren Kenntlichmachung der Grundstücke und
3. zur Ersichtlichmachung der geocodierten (raumbezogenen) Adressen der Grundstücke und der darauf befindlichen Gebäude.

§ 9. Der Grenzkataster

- (1) Der Grenzkataster besteht aus dem technischen Operat (Abs. 2), dem Grundstücksverzeichnis (Abs. 3) und dem Adressregister (§ 9a). Er ist, soweit technisch möglich, automationsunterstützt zu führen und mit dem Grundbuch zu verknüpfen (Grundstücksdatenbank).
- (2) Das technische Operat umfasst
 1. die technischen Unterlagen zur Lagebestimmung der Festpunkte und der Grenzen der Grundstücke,
 2. die technischen Unterlagen für die Ersichtlichmachungen,
 3. die Katastralmappe, die zur Darstellung der Festpunkte, der Grenzen der Grundstücke, der Abgrenzungen der Benützungsabschnitte (Flächen gleicher Benützungsart) und allfälliger weiterer Angaben zur leichteren Kenntlichmachung der Grundstücke bestimmt ist und
 4. das Geschäftsregister, in dem die Trennstücktabellen und alle für die Geschäftsfälle relevanten Urkunden, geordnet nach Geschäftsfallnummern, enthalten sind. Die im Geschäftsregister gespeicherten Urkunden gelten bis zum Nachweis des Gegenteils als Originale.
- (3) Das Grundstücksverzeichnis enthält für jedes Grundstück

1. *die Grundstücksnummer,*
 2. *die Benützungsarten der Benützungsabschnitte,*
 3. *dessen Gesamtlächenausmaß und das Flächenausmaß der einzelnen Benützungsabschnitte,*
 4. *die sonstigen Angaben zur leichteren Kenntlichmachung und*
 5. *die Eintragungen (§ 11).*
- (4) *Die näheren Vorschriften über den Umfang und die technische Ausstattung der Grundstücksdatenbank hinsichtlich des technischen Operats und des Grundstücksverzeichnisses erlässt nach den Erfordernissen der Wirtschaftlichkeit und den technischen Gegebenheiten der Bundesminister für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Justiz durch Verordnung. Hinsichtlich des Abs. 6 ist das Einvernehmen mit dem Bundeskanzler herzustellen.*
- (5) *Mit den Angaben des Grenzkatasters sind die Eintragungen des Grundbuches über die Eigentümer wiederzugeben.*

§ 11.

- (1) *Die Eintragungen in den Grenzkataster sind*
1. *Einverleibungen von Änderungen der Grenzen von Grundstücken gemäß den Grundbuchsbeschlüssen,*
 2. *Anmerkungen der eingeleiteten Verfahren, der erteilten Bescheinigung gemäß § 39 und der Mitteilungen der Vermessungsämter an die Grundbuchsgerichte über Amtshandlungen und*
 3. *Ersichtlichmachungen der Flächenausmaße auf Grund der Angaben in den Plänen (§§ 37 und 43 Abs. 5) oder in Ermangelung solcher auf Grund der von den Vermessungsämtern vorzunehmenden Ermittlungen, der vorläufig festgesetzten Grundstücksnummern, der Benützungsarten und der sonstigen Angaben auf Grund von Mitteilungen der zuständigen Behörden oder in Ermangelung solcher auf Grund von Erhebungen sowie das Vorliegen von Zustimmungserklärungen aller Eigentümer zu einem Grenzpunkt des Grundsteuerkatasters auf Grund einer Grenzfestlegung gemäß § 41 oder § 43 Abs. 6.*
- (2) *Sofern sich aus Abs. 3 nichts anderes ergibt, sind die Eintragungen im Grundstücksverzeichnis vorzunehmen.*
- (3) *Ist eine sonstige Angabe zur leichteren Kenntlichmachung der Grundstücke in der Katastralmappe dargestellt, kann die Eintragung im Grundstücksverzeichnis entfallen.*

§ 13. Berichtigung des Grenzkatasters

- (1) *Ergibt sich, dass die Neuanlegung des Grenzkatasters oder eine in diesem enthaltene Einverleibung oder Anmerkung mit ihrer Grundlage nicht im Einklang steht oder fehlerhaft ist, so ist von Amts wegen oder auf Antrag des Eigentümers die Berichtigung mit Bescheid zu verfügen.*
- (2) *Die Einleitung eines Verfahrens nach Abs. 1 ist im Grenzkataster anzumerken. Die Anmerkung hat zur Folge, dass für die betroffenen Grundstücke die Angaben des Grenzkatasters nicht als verbindlicher Nachweis nach § 8 Z 1 anzusehen sind und der*

Schutz des guten Glaubens nach § 49 ausgeschlossen ist. Nach Eintritt der Rechtskraft des Bescheides nach Abs. 1 ist die Berichtigung vorzunehmen und die Anmerkung zu löschen.

- (3) *Wird ein gutgläubiger Erwerb im Vertrauen auf den Grenzkataster gemäß § 49 behauptet und kommt über diese Frage im Zuge des Ermittlungsverfahrens kein Einvernehmen der Parteien zu Stande, so ist jene Partei, die den gutgläubigen Erwerb bestreitet, aufzufordern, binnen sechs Wochen ein zur Klärung dieser Frage bestimmtes gerichtliches Verfahren einzuleiten. Wird kein gerichtliches Verfahren eingeleitet oder wird ein anhängiges gerichtliches Verfahren nicht gehörig fortgesetzt, so ist die Berichtigung nicht zu verfügen.*
- (4) *Ändert sich das Festpunktfeld durch Anpassung an einen übergeordneten Bezugsrahmen oder ergibt sich im Zuge der Arbeiten gemäß § 1 Z 1 eine Änderung in den Unterlagen für die Festpunkte, so ist dies keine Berichtigung im Sinne des Abs. 1. Die Koordinaten der Grenzpunkte sowie die Geocodierungen der Adressen werden in diesem Fall von Amts wegen mit Verordnung des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen geändert.*
- (5) *Die Verordnung nach Abs. 4 ist im „Amtsblatt für das Vermessungswesen“ kundzumachen.*

Nach Inkrafttreten der Verordnung ist diese im Grundstücksverzeichnis anzumerken. Nach erfolgter Berichtigung des Grenzkatasters ist die Anmerkung zu löschen.

13.2 Vermessungsverordnung (VermV 2016)

Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über Vermessungen und Pläne (Vermessungsverordnung 2016 – VermV 2016) – letzte Änderung BGBl. II Nr. 235/2018

§ 1. Im Sinne dieser Verordnung gelten folgende Begriffsbestimmungen:

1. *APOS: Das „Austrian Positioning Service“ ist der Echtzeit-Satelliten-Positionierungsdienst des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV), welcher eine 3D-Koordinatenbestimmung im europäischen Bezugssystem ETRS89 mit hoher Genauigkeit in Echtzeit ermöglicht.*
5. *Durchgreifende Kontrolle: Die durchgreifende Kontrolle bei Anschlussmessungen gewährleistet, dass Messfehler aufgedeckt werden und nicht unbemerkt die Koordinaten der Mess- und Grenzpunkte verfälschen.*
 - a) *Bei der Anwendung von satellitengestützten Messverfahren wird die durchgreifende Kontrolle durch die Verwendung von zumindest vier nächstgelegenen Festpunkten gewährleistet, die das Vermessungsgebiet umschließen.*
 - b) *Im Falle terrestrischer Messungen ist zur durchgreifenden Kontrolle die Netzkonfiguration so zu wählen, dass zumindest zu zwei nächstgelegenen Festpunkten Richtungs- und Streckenmessungen durchgeführt werden.*

8. *Festpunkt, Festpunktfeld: Festpunkte sind auf Dauer stabilisierte Punkte, deren Lage und zum Teil auch Höhe im geodätischen Bezugssystem bestimmt sind. Es sind dies die Triangulierungs- und Einschaltpunkte. Die Koordinaten der Festpunkte haben innerhalb eines topografisch abgegrenzten Bereichs eine zweidimensionale einfache mittlere Punktlagegenauigkeit von maximal 2 cm bei Triangulierungs- und maximal 3 cm bei Einschaltpunkten. Damit liegt die Realisierung der Festpunktkoordinaten mit einer Wahrscheinlichkeit von 63 % innerhalb eines den Festpunkt umschließenden Kreises mit dem Radius von 2 bzw. 3 cm (5 bzw. 7 cm mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,7 %). Festpunkte, die aufgrund von Bodenbewegungen, Netzspannungen oder Veränderungen der Stabilisierung in der Natur systematisch beeinflusst sind, und photogrammetrisch bestimmte Einschaltpunkte erfüllen diese Genauigkeitsansprüche nicht. Die Gesamtheit der Festpunkte bildet das Festpunktfeld.*
12. *Hybrider Anschluss an das Festpunktfeld: Darunter ist die gemeinsame Nutzung von satellitengestützten Messverfahren und terrestrischen Verfahren zu verstehen. In der Regel werden dabei mit Hilfe von satellitengestützten Verfahren Messpunkte im Vermessungsgebiet geschaffen, die im Bedarfsfall über terrestrische Methoden verdichtet werden können und in weiterer Folge zur Bestimmung der Grenzpunkte im System ETRS89 dienen. Die Genauigkeitsangaben gemäß § 6 sind zu gewährleisten.*
15. *Kontrollmessung: Die Bestimmung der Grenzpunkte hat gemäß § 5 Abs. 4 kontrolliert zu erfolgen. Das wird durch eine unabhängige Mehrfachaufnahme der Grenzpunkte gewährleistet. Dabei darf das Ergebnis der Kontrollmessung nach § 6 Abs. 2 um nicht mehr als 5 cm in der Lage von der Erstmessung des Grenzpunktes abweichen.*
16. *Kontrollpunkte:*
- a) *Festpunkte gemäß Z 8 zur Dokumentation von Bodenbewegungen, die im Technischen Operat mit dem Punkthinweis „R“ bezeichnet sind,*
 - b) *Festpunkte gemäß Z 8, welche bei der Transformation für den durchgreifend kontrollierten Anschluss die geforderte Genauigkeit nach § 6 Abs. 1 nicht erfüllen.*
- Diese Punkte können nicht für den Anschluss an das Festpunktfeld gemäß § 3 verwendet werden.*
17. *Lokale Anfelderung von Grenzpunkten: Die Anfelderung zwischen einem lokalen Koordinatensystem und dem geodätischen Bezugssystem ist eine zweidimensionale Helmert-Transformation mit einem Maßstabsfaktor kleiner als 100 parts per million (ppm). Dabei sind mindestens drei in ihrer Kennzeichnung unveränderte Grenz- oder sonstige Punkte zu verwenden.*
19. *Nächstgelegene Festpunkte: Unter nächstgelegenen Festpunkten sind jene Punkte des Festpunktfeldes im Bereich des Vermessungsgebietes zu verstehen, die genauigkeitstheoretisch eine homogene Nachbarschaftsbeziehung gewährleisten.*

§ 3. Anschluss an das Festpunktfeld

- (1) *Die Koordinaten der Messpunkte, die für Vermessungen gemäß § 36 VermG erforderlich sind, sind durch einen durchgreifend kontrollierten und damit überbestimmten Anschluss an die den Grenzpunkten nächstgelegenen Festpunkte zu ermitteln. Dabei sind die nach dem Stand der Wissenschaft und Technik geeigneten*

Methoden zu wählen, die die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen des § 6 gewährleisten.

- (2) Werden bei der Bestimmung der Messpunkte beim Anschluss an das Festpunktfeld die unter § 6 angeführten Genauigkeitsgrenzen überschritten, so ist dem Plan das Ergebnis einer lokalen Anfelderung der Grenzpunkte anzuschließen.*
- (3) Im Falle der Nutzung von APOS gemäß § 1 Z 1 sind die vom BEV veröffentlichten ETRS89-Koordinaten der nächstgelegenen Festpunkte zur Transformation der gemessenen Punkte in das geodätische Bezugssystem MGI zu verwenden. Sind von den nächstgelegenen Festpunkten keine amtlichen ETRS89-Koordinaten verfügbar, sind diese Punkte in den durchgreifend kontrollierten Anschluss einzubeziehen. Wird ein anderer Satelliten-Positionierungsdienst verwendet, so ist zumindest ein nächstgelegener Festpunkt mit amtlichen ETRS89-Koordinaten zur Kontrolle in die Messung miteinzubeziehen.*
- (4) Die Stabilisierung der als Standpunkte verwendeten Festpunkte ist auf ihre unveränderte Lage in der Natur zu überprüfen.*
- (5) Die Koordinaten der Messpunkte, die für Vermessungen gemäß § 36 Abs. 2 VermG erforderlich sind, sind durch einen durchgreifend kontrollierten und damit überbestimmten Anschluss unter Anwendung satellitengestützter oder hybrider Messverfahren zu bestimmen. Dabei sind die nach dem Stand der Wissenschaft und Technik geeigneten Methoden zu wählen, die die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen des § 6 gewährleisten. Ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten innerhalb des von den nächstgelegenen Festpunkten im Sinne von § 1 Z 5 lit. a umschlossenen Bereiches ein Empfang der Satellitensignale nicht möglich, so ist gemäß Abs. 1 und 2 vorzugehen.*

§ 5. Überprüfung und Vermessung der Grenzpunkte

- (1) Die Art der Kennzeichnung der gemäß § 4 in die Vermessung einzubeziehenden Grenzpunkte ist in der Natur zu erheben. Liegen für diese Grenzpunkte numerische Unterlagen vor und wurden diese zum Zeitpunkt einer vorausgehenden Vermessung gemäß § 845 ABGB gekennzeichnet, sind diese auf ihre unveränderte Lage zu überprüfen. Fehlende Kennzeichnungen sind zu erneuern.*
- (2) Grenzzeichen sind hinsichtlich ihrer Lage als unverändert anzusehen, wenn ihre Kennzeichnung offensichtlich physisch ident ist und die Differenz, die sich aus den bisherigen und den zur Kontrolle bestimmten Maßen ergibt, nicht größer als 5 cm ist.*
- (3) Bei Grenzzeichen, deren Kennzeichnung offensichtlich physisch nicht ident ist, ist die unveränderte Lage der überprüften Grenzpunkte auf Grund der Behelfe und der Zuverlässigkeit bei deren Übertragung in die Natur zu beurteilen. Für die Beurteilung sind die zum Zeitpunkt der Erstellung der vorhandenen Behelfe gültigen Genauigkeitsvorschriften unter Beachtung der Nachbarschaftsbeziehungen anzuwenden.*

- (4) Die Koordinaten der Grenzpunkte sind bezogen auf die nächstgelegenen Fest- oder Messpunkte kontrolliert zu bestimmen, wobei die Einhaltung der Genauigkeitsanforderungen des § 6 Abs. 2 zu gewährleisten ist.
- (5) Neue Grenzpunkte, die in bestehenden Grenzen zu liegen kommen, sind in diese einzurechnen. Sind der Anfangs- und/oder Endpunkt des bestehenden Grenzabschnittes noch nicht numerisch gegeben, so sind diese festzulegen und zu kennzeichnen, sofern diese Grenzpunkte nicht mehr als 50 m vom neuen Grenzpunkt entfernt und verhandelbar sind.

§ 6. Genauigkeit der Messungen

- (1) Die Bestimmung der Messpunkte ist so vorzunehmen, dass
1. bei Anwendung von satellitengestützten Messverfahren die Restklaffungen in den Festpunkten aus einer ebenen Helmert-Transformation in der Gauß-Krüger Projektion gemäß § 1 Z 10 lit. b den Wert von 5 cm in der Lage und der Maßstabsfaktor der Transformation den Wert von 100 ppm nicht übersteigen dürfen. Die satellitengestützte Messung selbst ist so durchzuführen, dass bei der Bestimmung die einfache mittlere Punktlagegenauigkeit von 2 cm gesichert ist.
 2. bei Anwendung terrestrischer Messverfahren eine einfache mittlere Punktlagegenauigkeit der einzelnen Messpunkte unter Annahme fehlerfreier Festpunkte von 4 cm nicht überschritten wird.
- (2) Die Bestimmung der Grenzpunkte ist so vorzunehmen, dass bei der Kontrollmessung eine maximale Abweichung von 5 cm in der Lage nicht überschritten wird.

§ 8. Bestimmungen über Pläne - Planinhalt

- (1) Pläne über Vermessungen für die im § 34 VermG genannten Zwecke haben die in § 37 VermG angeführten Angaben zu enthalten. Zu diesen Angaben gehören: (...)
5. die Angabe der Genauigkeit der Messpunkte, wobei im Fall der Anwendung von satellitengestützten Messverfahren für den Anschluss an das Festpunktfeld die Restklaffungen in Zentimeter (cm), die Angabe des Maßstabsfaktors in parts per million (ppm) und der verwendete Positionierungsdienst oder das verwendete alternative Verfahren anzuführen sind.
 6. das arithmetisch nach Punkttypen und Punktnummern geordnete Verzeichnis der Koordinaten im geodätischen Bezugssystem MGI der in die Vermessung einbezogenen a) Festpunkte, b) Messpunkte, (..)
 7. zusätzlich im Verzeichnis gemäß Z 6 die ETRS89-Koordinaten (kartesisch) samt Messdatum im Falle der Verwendung von satellitengestützten Messverfahren für die einbezogenen Festpunkte und für die direkt mit Empfängern für satellitengestützte Verfahren gemessenen Mess-, Grenz- und sonstige Punkte (...)
- (8) Direkt gemessene ETRS89-Koordinaten von bestehenden oder neuen Grenzpunkten können sich bei einer Transformation in das MGI-System von den ursprünglich im amtlichen System MGI bestimmten Koordinaten um maximal 5 cm in der Lage unterscheiden. Diese ETRS89-Koordinaten dienen zur Dokumentation der originären Messwerte und haben keine rechtliche Verbindlichkeit.