



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Hochschule Neubrandenburg

Studiengang Geodäsie und Messtechnik

Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster an einem praktischen Beispiel in Liepgarten bei Ueckermünde

Bachelorarbeit

vorgelegt von: *Rayk Bohse*

Zum Erlangen des akademischen Grades

„Bachelor of Engineering“ (B. Eng.)

Erstprüfer: Prof. i.R. Dipl.- Ing. Rolf-Werner Rebenstorf

Zweitprüfer: M. Eng. Uwe Köster

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis 2019-0056-9

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Bachelor-Arbeit ohne Hilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die aus den Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Neubrandenburg, den

Unterschrift

Danksagung

Zunächst bedanke ich mich bei allen, die diese Bachelorarbeit unterstützt und ermöglicht haben.

Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Herr Prof. i. R. Dipl.- Ing. Rolf- Werner Rebenstorf und Herrn M. Eng. Uwe Köster für die zahlreichen Ratschläge und Hinweise.

Außerdem bedanke ich mich bei Herrn Aschoff, Geschäftsführer der Technet GmbH in Berlin, für die Bereitstellung des Programmsystems Systra.

Mein Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mich während der Anfertigung der Bachelorarbeit unterstützt haben.

Kurzfassung

Die hier vorliegende Bachelorarbeit thematisiert die Qualitätsanalyse von Katastervermessungen mit Hilfe der Ausgleichsrechnung. Dabei werden sowohl die geschichtliche Entwicklung des Liegenschaftskatasters als auch die rechtlichen und technischen Elemente sowie die jeweils gültigen Vorschriften behandelt. Auch der Entwicklungsstand und die Arbeit mit einem Ausgleichungsprogrammsystem werden sowohl im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern als auch für den Landkreis Potsdam-Mittelmark des Bundeslandes Brandenburg ausgeführt. Weiter wird ein praktisches Beispiel näher erläutert, so dass ersichtlich ist, wie die Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster durchgeführt werden kann. An Hand eines praktischen Beispiels wird beschrieben, wie der Umgang mit einem Ausgleichungsprogrammsystem, z. B. Systra, im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern erfolgt. Dabei wird auf die Handhabung mit auftretenden Widersprüchen eingegangen, wie man diese aufdeckt und wie diese geklärt werden können. Ziel ist es zu erläutern, wie mit Hilfe der Eingabe von vorhandenen Katasterzahlen, hier beispielhaft an Hand einer orthogonalen Vermessung, eine Verbesserung des amtlichen Geoinformationssystems ALKIS herbeizuführen ist, so dass eine QL-Datenbank angelegt und verbesserte Grenzpunktkoordinaten in den ALKIS-Datenbestand übernommen werden können. Dabei wird beschrieben, wie eine Katastervermessung so in das Ausgleichungsprogrammsystem Systra eingegeben wird, dass eine Ausgleichsrechnung stattfinden und ein Genauigkeitsgewinn erzielt werden kann. Dabei stehen die Lokalisierung und das Aufdecken von Widersprüchen im Vordergrund.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ziel der Bachelorarbeit.....	1
1.2	Grundlagen	1
2	Geschichte des Liegenschaftskatasters	2
2.1	Vom Grund- und Gebäudesteuerkataster zum Eigentumskataster	2
2.2	Das Liegenschaftskataster in Deutschland ab 03.10.1990.....	8
3	Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster	16
3.1	Der Prioritätenerlass aus dem Jahr 2008.....	16
3.2	Der Prioritätenerlass aus dem Jahr 2016.....	18
3.3	Qualitätsanalyse von Katasterzahlen im Landkreis Potsdam-Mittelmark	20
3.4	Die Dreistufigkeit geometrieverbessernder Maßnahmen.....	25
3.5	Die Erfassungshinweise der Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters (QL) in M-V	28
4	Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen	33
4.1	Funktionales Modell	34
4.2	Stochastisches Modell	37
4.3	Ausgleichungsalgorithmus.....	38
4.4	Beurteilung der Zuverlässigkeit einer Messung	40
4.5	Grobfehlersuche	42
4.6	Netzausgleichungsmethoden	44
4.6.1	Freie Netzausgleichung - Gesamtspurminimierung.....	44
4.6.2	Freie Netzausgleichung - Teilspurminimierung	45
4.6.3	Zwangsfreie Netzausgleichung	46
4.6.4	Netzausgleichung unter Zwang.....	47
4.6.5	Netzausgleichung unter Zwang mit weicher Lagerung	47
5	Das praktische Beispiel der Qualitätsverbesserung in der Gemeinde Liepgarten	49
5.1	Die Geschichte des Ortes Liepgarten.....	49

5.2	Bearbeiten des Projekts Liepgarten mit dem Programmsystem Systra bzw. Sysged...	50
5.3	Auswertung mit dem Programmsystem Systra und Vorbereitung des vermessungstechnischen Außendienstes	57
5.4	Zusammenfassung	64
6	Fazit und Ausblick	65
7	Anhang	66
7.1	Quellenverzeichnis.....	66
7.2	Abbildungsverzeichnis	66
7.3	Tabellenverzeichnis	67
7.4	Formelverzeichnis.....	68

1 Einleitung

1.1 Ziel der Bachelorarbeit

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen Überblick über den aktuellen Stand der Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster in Mecklenburg-Vorpommern zu geben. Dabei wird darauf eingegangen, wie die Ausgleichungsrechnung sinnvoll in Zusammenhang mit Ausgleichungsprogrammsystemen genutzt werden kann. In dieser Bachelorarbeit wird der Umgang mit dem Programmsystem Systra beispielhaft erläutert und kann als Anleitung dafür gesehen werden, wie Widersprüche korrekt aufgedeckt und geklärt werden können.

1.2 Grundlagen

Statistisch betrachtet ist eine Messung keine Messung, da auf Grund verschiedenster Fehlereinflüsse keine Messung vollkommen frei von Ungenauigkeiten ist und somit kein fehlerfreies Ergebnis liefern kann. Messergebnisse weisen immer Abweichungen auf. Es gibt in der Geodäsie grobe Fehler, systematische Abweichungen und zufällige Abweichungen.

Zufällige Abweichungen sind verbleibende Abweichungen, die sich nur statistisch minimieren und niemals ganz ausschließen lassen, weder durch höchste Konzentration, Messgenauigkeit oder Systematiken. Sie liefern eine Abschätzung über die Güte einer bzw. mehrerer durchgeführter Messungen.

Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen an die Genauigkeit und Zuverlässigkeit erfolgt eine Wahl an geeigneten Messinstrumenten und Messverfahren. Nicht zuletzt gilt der Grundsatz, dass eine Messung nicht so genau wie möglich, sondern so genau wie nötig durchzuführen ist.

Als grundlegendes Werkzeug zählt heute in der Geodäsie die Ausgleichungsrechnung. Sie wird benötigt, um das Ergebnis in seiner Qualität und Quantität bewerten zu können. Die richtige Anwendung der Ausgleichungsrechnung erlaubt ein Urteil über die erzielte Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messung. Dabei geht die Methode der kleinsten Quadrate auf Carl F. Gauß zurück und ist die wesentliche Grundlage der Ausgleichungsrechnung nach vermittelnden Beobachtungen.

2 Geschichte des Liegenschaftskatasters

Die in diesem Kapitel aufgeführte geschichtliche Entwicklung des Liegenschaftskatasters behandelt weitgehend die Zeiträume, die im Zusammenhang mit den zur Verfügung gestellten Vermessungsunterlagen stehen. Es fehlte die Ursprungsvermessung aus dem Jahr 1888. Dennoch wird auf die Fortführung des Grundsteuerkatasters in dieser Zeit eingegangen, weil es katasterrechtliche Auswirkungen auf die Fortführungsunterlagen von 1926 hat. Weiter wurden Fortführungsrisse aus den Jahren 1994 und 2015 als Ergänzung für den Außendienst zur Verfügung gestellt.

2.1 Vom Grund- und Gebäudesteuerkataster zum Eigentumskataster

Das preußische Grund- und Gebäudesteuerkataster wurde aufgrund des Gesetzes, betreffend die anderweite Regelung der Grundsteuer vom 21. Mai 1861 und des Gesetzes, betreffend die Einführung der allgemeinen Gebäudesteuer vom 21. Mai 1861 zum 01.01.1865 eingerichtet.

Das Gesetz über den Eigentumserwerb und die dingliche Belastung der Grundstücke sowie die preußische Grundbuchordnung trat im Jahre 1872 in Kraft. Das Hypothekenbuch, welches bis dahin in Preußen verwendet wurde, ist vom Grundbuch abgelöst worden. Seitdem ist die Eintragung in das Grundbuch für einen Eigentumswechsel an Grundstücken erforderlich. Für die Einführung der Grundbücher für jeden Guts- oder Gemeindebezirk sollten die Angaben aus den Grund- und Gebäudesteuerbüchern zur Bezeichnung der Grundstücke verwendet werden. Nach den Katasterbezeichnungen (Gemarkungsname, Kartenblatt und Parzelle) erfolgte die Bezeichnung der Grundstücke. Somit war die Verbindung zwischen Grundbuch und Grundsteuerkataster hergestellt.

Im Jahre 1881 wurden die Anweisungen VIII¹ und IX² für die Erneuerung des Grundsteuerkatasters in Preußen eingeführt. Eine weitere Anweisung II³ kam im Jahre 1896 hinzu. Durch die Einführung dieser Anweisungen ist die qualitative Anforderung an Vermessungsarbeiten erhöht worden. Die Mess-

¹ VIII. Anweisung vom 25.10.1881 für das Verfahren bei der Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters.

² IX. Anweisung vom 25.10.1881 für die trigonometrischen und polygonometrischen Arbeiten bei der Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters.

³ II. Anweisung vom 21.02.1896 für das Verfahren bei den Vermessungen zur Fortschreibung der Grundsteuerbücher und Karten.

genauigkeit konnte vielfach von dm auf cm gesteigert werden, sofern dies durch den aufzumessenden Punkt möglich war.⁴

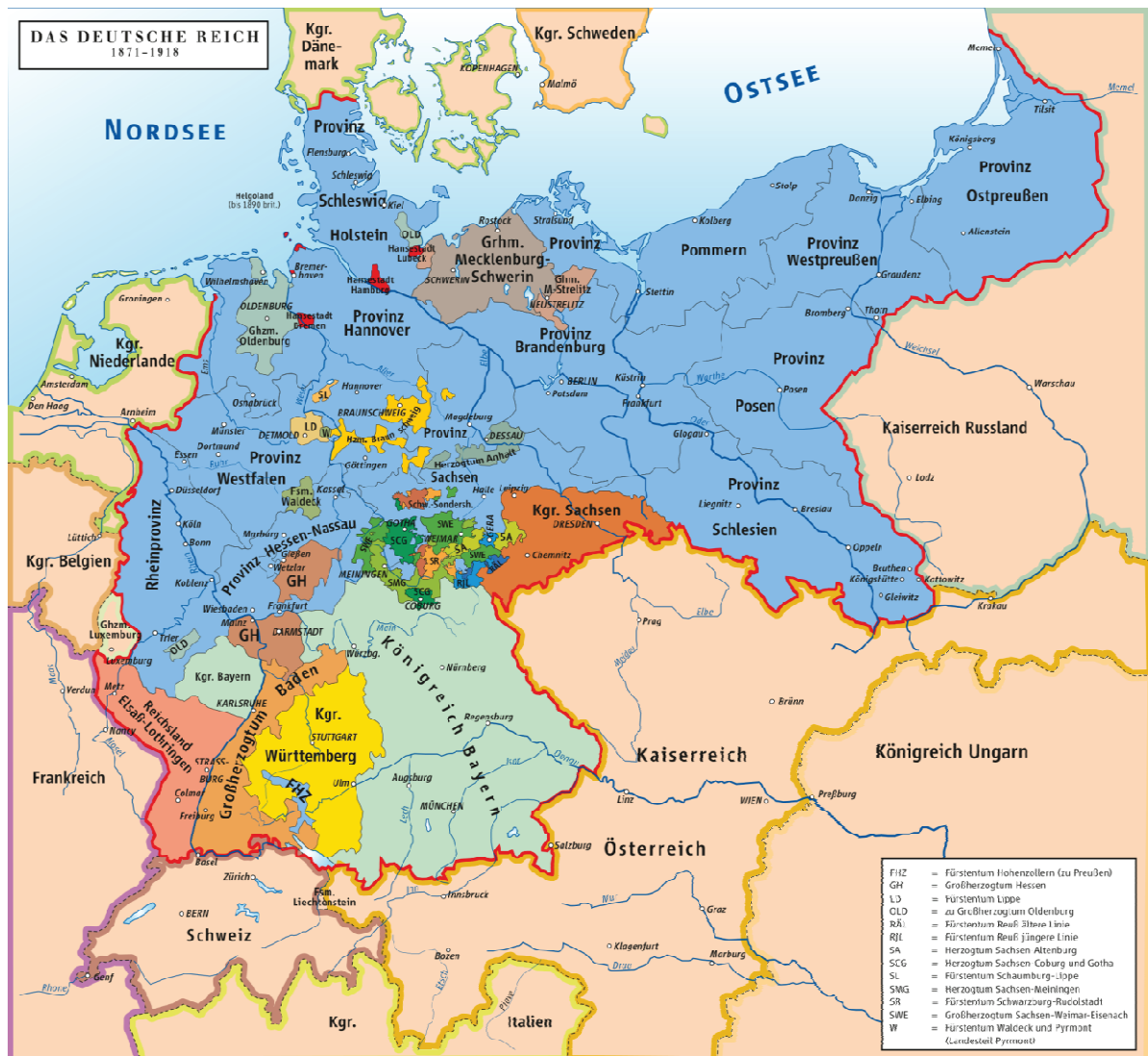


Abbildung 1: Karte des dt. Kaiserreiches (1871 - 1918)⁵

Von nun an sollten Grundstücksgrenzen festgestellt werden. D. h. es sollte unter Mitwirkung der beteiligten Eigentümer in einer Grenzverhandlung der Grenzverlauf abgemarkt werden. Außerdem impliziert der Vorgang einer festgestellten Grenze, dass die gesamte Messung durch Kontrollmaße zu sichern war, etwa durch Streben, Grenzlängen (Steinbreiten) etc. Dadurch konnten Abweichungen und Fehler in der Längenmessung besser lokalisiert und vermieden werden.

⁴ Wittstock, B. „Rechts- und Verwaltungsvorschriften des Preußischen Grundsteuerkatasters 1820 - 1945“, S. 137 ff.

⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Deutsches_Kaiserreich

Bei der Wahl des Abmarkungsmaterials gab es ebenfalls entsprechende Vorschriften mit denen die Eigentumsgrenzen in der Örtlichkeit kenntlich gemacht werden sollten. Es sollten vorwiegend Grenzsteine in den verschiedensten Varianten verwendet werden. Außerdem war die unterirdische Sicherung einer Abmarkung vorgeschrieben. In den Feldbüchern und Katasterkarten mussten einheitliche Signaturen verwendet werden.

Die durchgeführten Vermessungen wurden als „einwandfreie Vermessungen“ bezeichnet und entsprachen nach diesen Vorschriften den Anforderungen des Eigentumskatasters.⁶

In den Jahren 1896/97 wurde das System, welches in Preußen bereits bestand hatte, durch die Einführung der Grundbuchordnung, des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) und dem Einführungsgesetz zum BGB auf das gesamte deutsche Kaiserreich ausgedehnt. Das Bürgerliche Gesetzbuch und die Grundbuchordnung traten zum 01.01.1900 in Kraft. Die Bestandsangaben des Grundsteuerkatasters (Gemarkungsname, Kartenblatt, Parzelle) nahmen somit am öffentlichen Glauben des Grundbuches teil, was durch das Reichsgerichtsurteil aus dem Jahr 1910 bestätigt wurde. Somit war der Übergang vom Grundsteuerkataster zum Eigentumskataster vollzogen worden.

In der Folgezeit wurden höhere Anforderungen an das Grundsteuerkataster gestellt. Die Genauigkeit und Richtigkeit der Grenzdarstellungen sollten vor allem verbessert werden, weil das Grundsteuerkataster als verbindlicher Nachweis der Abgrenzung des Grundeigentums diene. Es wurde bereits mit der Einführung der II. Anweisung von 1877⁷ diesen Anforderungen Rechnung getragen. Des Weiteren wurde auf die Vorteile einer dauerhaften Abmarkung der Grenzpunkte hingewiesen. Außerdem wurden entsprechende Vorschriften für die technische Aufmessung der Parzellengrenzen erlassen. Es war nun Pflicht, das Stahlmessband und die Messlatte (vorher Messkette) zu verwenden. Zudem mussten rechte Winkel mit Ordinaten, die länger als 10m waren, mit einem Instrument bestimmt werden. Ein rechter Winkel mit einer Ordinatenlänge von mehr als 40m war sogar durch eine Hypothenusenmessung zu überprüfen. Nur in Ausnahmefällen war die Benutzung einer Bussole zulässig.

In der VIII. und IX. Anweisung sind Regelungen dargestellt, die für die Durchführung von Neuvermessungen galten. In Folge von Gemeinheitsteilungen, Separationen, Verkopplungen und Konsolidationen wurden auf Grund umfangreicher Änderungen im Grundstücksbestand Neuvermessungen in Preußen durchgeführt. Dies geschah aber auch bei schlechter Qualität der Katasterkarten und -bücher.

⁶ II. Anweisung für das Verfahren bei den Fortschreibungsmessungen vom 17.06.1920.

⁷ II. Anweisung für das Verfahren bei den Vermessungen zur Fortschreibung der Grundsteuerbücher und Karten vom 31.03.1877.

Hinsichtlich der ländlichen Eigentumsstruktur unterstanden die Bauern noch größtenteils ihrem Gutsherrn, bis zum Anfang des 19. Jhdt. Zumeist wurden die bäuerlichen Grundstücke von mehreren gemeinschaftlich genutzt. Zudem waren sie oft mit Dienstbarkeiten und Berechtigungen belastet. Es wurden nach Verfahren der Gemeinheitsteilungsordnung⁸ einzelne Grundstücke gebildet sowie die Belastungen abgelöst. Bei diesem Vorgang war eine Neuvermessung erforderlich. Diese Neuvermessungen wurden in Separationskarten dargestellt.

Das primäre Ziel ab dem Jahr 1870 war vor allem die Zusammenlegung und Neuaufteilung von zerstückeltem Besitzstand, nachdem die bäuerlichen Besitzstände aufgeteilt wurden. Somit hatte sich die Zweckbestimmung der Gemeinheitsteilungsordnung etwas verändert. Hinzu kamen die Renten-gutsverfahren ab dem Jahr 1890. So sollte in Folge der eingesetzten Industrialisierung, etwa ab dem Jahr 1880, der Landabwanderung entgegen gewirkt werden. Größere Güter wurden in kleine aufgeteilt. Anstelle eines Kaufpreises zahlte der Erwerber eines kleinen Gutes eine feste jährliche Geldrente.⁹

Es wurden bis zum Ende des ersten Weltkrieges Verfahren nach der Gemeinheitsteilungsordnung durchgeführt. Danach trat an ihre Stelle die Reichsumlegungsordnung zusammen mit dem Reichs-siedlungsgesetz.

Bei der Einrichtung des Grundsteuerkatasters in den östlichen Provinzen Preußens wurden bereits Unzulänglichkeiten entdeckt, die mit der VIII. und der IX. Anweisung durch die Erneuerung der Katasterkarten und -bücher behoben werden sollten. Somit entsprach dieses erneuerte Grundsteuerkataster den Anforderungen des Eigentumskatasters. Es wurden sämtliche Arbeitsschritte der Erneuerung detailliert beschrieben. Die kontrollierte Aufmessung der Grundstücksgrenzen und die entsprechende Darstellung in den Stückvermessungsrissen, die sachgerechte Erstellung der Katasterdokumente, die dauerhafte Abmarkung der Grenzpunkte sowie die Flächenberechnung aus Feldmaßen oder Koordinaten waren dabei die Schwerpunkte.

Die Neumessungen, die nach der VIII. und der IX. Anweisung durchgeführt wurden, mussten an das trigonometrische Netz der Landesvermessung angeschlossen werden. Durch ergänzende Triangulationen und Polygonierungen war das trigonometrische Netz entsprechend zu verdichten. In der IX. Anweisung sind die einzelnen Arbeitsschritte, einschließlich der durchzuführenden Messungen und Berechnungen, geregelt. Es wurden 40 rechtwinklige Soldner-Koordinatensysteme mit cm- Genauigkeit für die Polygon-, Klein-, und Grenzpunkte eingeführt, die zur Bestimmung der Punkte dienten.

⁸ Gemeinheitsteilungsordnung vom 07.06.1821.

⁹ Wittstock, B., „Rechts- und Verwaltungsvorschriften des preußischen Grundsteuerkatasters 1820 - 1945“, Berlin: Pro BUSINESS GmbH, 2001.

Somit können die Grundstücksgrenzen eindeutig wiederhergestellt werden. Hinreichend qualitativ genau wurde der Zusammenschluss von Landesvermessung und Grundsteuernkataster für Neumessungsgebiete erreicht.

In den Anfangsjahren des 20. Jhdt. wurden die entsprechenden Katastervorschriften ergänzt¹⁰ und teilweise neu gefasst, so dass sie an die Anforderungen des Eigentumskatasters sowie der geänderten Rechtslage¹¹ angepasst werden konnten.

Eine wichtige gesellschaftliche Veränderung war die Übertragung der Grund- und Gebäudesteuer vom Staat auf die Gemeinden. Diese sogenannte Miquel'sche Finanzreform in den Jahren 1891/93¹² machte es möglich, dass an Stelle der Grund- und Gebäudesteuer die Vermögenssteuer trat, welche ebenso von den Katasterverwaltungen erhoben und bearbeitet wurden.

Nach Beendigung des ersten Weltkrieges im Jahr 1918 wurde die Monarchie im dt. Kaiserreich abgesetzt und im Jahr 1919 die Weimarer Republik gegründet. Deutschland musste umfangreiche Gebietsverluste hinnehmen (Abb. 2) und umfassende Reparationszahlungen an Frankreich leisten sowie die Armee verkleinern.

¹⁰ Ergänzungsvorschriften für die Ausführung von Fortschreibungsvermessungen vom 21.02.1913.

¹¹ Preußisches Wassergesetz vom 01.05.1914.

¹² <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/miquelsche-finanzreform-37153/version-260596>.



Abbildung 2: Deutschland nach dem 1. Weltkrieg (1918 - 1937)¹³

Die Weimarer Republik bestand von 1920 an aus 18 Bundesstaaten. Das preußische Grundsteuerkataster mit den entsprechenden Anweisungen hatte weiterhin Gültigkeit, da das amtliche Vermessungswesen Angelegenheit der Bundesstaaten war.

Es wurden die Begriffe des Grundsteuerkatasters teilweise verändert. Dies passierte auf Grund der Erweiterung der Zweckbestimmung vom Grundsteuer- zum Eigentumskataster und wegen der Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters. (Siehe Tabelle 1)

¹³

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Karte_des_Deutschen_Reiches,_Weimarer_Republik-Drittes_Reich_1918-1937.svg

Bestandteile	Katasterdokumente
1. Vermessungstechnischer Bestandteil - Katasterzahlen	<ul style="list-style-type: none"> - Feldbuch - Grenzverhandlung - Stückvermessungsriß (bei Erneuerung) - Verlesungsprotokoll (bei Erneuerung)
2. Darstellender Bestandteil - Katasterkarten	<ul style="list-style-type: none"> - Gemarkungskarte - Ergänzungskarte
3. Beschreibender Bestandteil - Katasterbücher	<ul style="list-style-type: none"> - Flurbuch - Mutterrolle - Artikelverzeichnis - Gebäudesteuerrolle - alphabet. Namensverzeichnis

Tabelle 1: Bestandteile des preußischen Grundsteuerkatasters¹⁴

Im Jahr 1921 wurde der Beirat für Vermessungswesen gegründet. Dies geschah auf Grund der Unterschiede des Vermessungswesens im Bereich der Landesvermessung und des Grundsteuerkatasters in den einzelnen Bundesstaaten in der Weimarer Republik. Der Beirat sollte Vorschläge zur Vereinheitlichung eines gesamtdeutschen Konzeptes entwickeln. Konkret wurden Vorschläge zur Regelung der Ausbildung im Vermessungswesen getroffen. Außerdem konnten Vereinbarungen einheitlicher Vermessungsgrundlagen festgelegt werden, wie z. B. ein Referenz- Ellipsoid, Zentralpunkt, Bezug der Höhenmessung, einheitliche Fehlergrenzen, Maßstäbe von Karten, gleichmäßige Kartenzeichen sowie Regelungen zu Preis und Vertrieb der Karten. Zudem wurde ein einheitliches, lückenloses und zusammenhängendes Kartenwerk geschaffen.

2.2 Das Liegenschaftskataster in Deutschland ab 03.10.1990

Die Wiedervereinigung Deutschlands beider deutscher Staaten brachte eine politische Wende. Diese führte auch im Kataster- und Vermessungswesen zu einer großen Herausforderung. So hatte es in der DDR eine ganz andere Entwicklung genommen. In über 40 Jahren der Trennung beider deutscher Staaten, gab es eine andere Gesellschafts- und Wirtschaftsordnung, die in der DDR eine nachrangige

¹⁴ Rebenstorf, R.- W., Skript „Liegenschaftskataster - Geschichtliche Entwicklung“, Hochschule Neubrandenburg, 2013, Seite 21

Rolle des Grund und Bodens im Wirtschaftsleben vorsah.¹⁵ Diese andere politische und wirtschaftliche Entwicklungsstruktur galt es zu überwinden und diese zentralisierte Ordnung zu verändern sowie der Bundesrepublik Deutschland anzupassen. Die technische Entwicklung beider deutscher Staaten im Kataster- und Vermessungswesen wies kaum Unterschiede auf.

Das Rechtssystem der Bundesrepublik Deutschland wurde mehr oder minder unverändert in die neuen Bundesländer übertragen, außer im Bereich der Flurneuordnung, dort wurde das Landwirtschaftsanpassungsgesetz als partielles Bundesrecht eingeführt und kommt nur in den neuen Bundesländern zur Anwendung. Sonst galt das Übertragen des Rechtssystems von der BRD in das Gebiet der ehemaligen DDR in allen anderen Belangen des Vermessungswesens. Dies galt sowohl für die in der Hoheit der Länder liegenden Rechtsbereiche, also somit für das Vermessungs- und Katasterrecht, als auch für das im Bundesrecht eingebettete Bau- und Planungsrecht. Um den Anforderungen von Recht, Verwaltung und Wirtschaft gerecht zu werden und die Umstellung des Liegenschaftskatasters auf eine digitale Führung in den neuen Bundesländern waren eine enorme Herausforderung.¹⁶

In der BRD, anders als in der ehemaligen DDR, genießt das Eigentum an Grund und Boden Verfassungsrang. Es steht gemäß Artikel 14 des Grundgesetzes unter dem besonderen Schutz und ist somit von größter Bedeutung, was die Rechtssicherheit im Grundstücks- und Rechtsverkehr angeht. Das Liegenschaftskataster gewährleistet zusammen mit dem Grundbuch das Eigentum am Grund und Boden. Weiter hat es als Komponente des Eigentumssicherungssystems deutschlandweit alle Flurstücke in ihrer Lage, Größe und Beschaffenheit lückenlos zu dokumentieren sowie zu sichern.¹⁷

Dem Liegenschaftskataster kommt außer der juristisch ausgerichteten Kernfunktion eine technische hinzu. Sei es in analoger oder digitaler Form, so diente das Katasterkartenwerk seit jeher als Hintergrundkarte, als Raumbezugssystem bzw. als Geobasisinformationssystem für thematische Karten und Pläne, aber auch für Fach-GIS im modernen technologischen Zeitalter in vielfältigsten Bereichen.¹⁸

¹⁵ Lucht, „Vor 20 Jahren – Aus der Arbeit im Deutschen Städtetag nach der politischen Wende.“, In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv), 3/2010, Seite 143 ff.

¹⁶ Göhler, „Zu Anforderungen an das Vermessungswesen in den neuen Bundesländern.“, In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 5/1991, Seite 149 ff.

¹⁷ Steudle, „Die heutige Bedeutung des Liegenschaftskatasters in Deutschland.“, In: Flächenmanagement und Bodenordnung (fub)“, 3/2012, Seite 97 ff.

¹⁸ Orth, „Das Liegenschaftskataster als flächenbezogene Basis des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKos) – Kooperative interministerielle Zusammenarbeit bei der Bewältigung der EG-Agrarreform in Rheinland-Pfalz.“, In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 8-9/1994, Seite 292 ff.

Wie bereits erwähnt, war das Liegenschaftskataster nach der Wiedervereinigung geprägt von Entwicklungsphasen in der elektronischen Datenverarbeitung. Die Vermessungsverwaltung war schon immer Vorreiter bei der Einführung der Automation in der öffentlichen Verwaltung.¹⁹ Hier sei an die Verwendung der Zuse-Computer in der Flurneuordnung und im amtlichen Vermessungswesen erinnert.²⁰

Die Nachweise der Liegenschaften werden in graphischer (Liegenschaftskarte) und beschreibender (Liegenschaftsbuch) Form geführt. Die Nachweise umfassen ihre Lage, Nutzung, Größe und wesentliche topographische Merkmale. Das sich zum damaligen Zeitpunkt im Aufbau befindliche Automatisierte Liegenschaftskataster war und ist dreigeteilt. Es gibt das digitale Buch-, Karten- und Zahlenwerk. Diese drei Komponenten bildeten den Kern der in den 1980-er Jahren konzipierten Landinformationssysteme. In der Landesvermessung sind zu diesem Zeitpunkt bereits GPS-gestützte Vermessungsverfahren im Einsatz. Wenig später kommen GNSS-Verfahren im Lagefestpunktfeld zum Einsatz. Im Jahr 1989 findet eine erste GPS-Beobachtungskampagne zur Realisierung eines einheitlichen europaweiten Bezugssystems statt (EUREF 89).²¹ Dies war die Geburtsstunde des „Europäischen Terrestrischen Referenzsystems 1989 (ETRS89).“²²

Zunächst führte die IT-Entwicklung zur Fertigstellung des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB). Seit 1995 wird das Liegenschaftsbuch in Mecklenburg-Vorpommern flächendeckend als ALB in digitaler Form geführt.²³

In den alten Bundesländern wurde um 1988 mit dem Aufbau der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) begonnen und dauerte über mehr als die nächsten zehn Jahre an. Bis zur Erarbeitung und Einführung der ALK wurden die Katasterkartenwerke als Rahmen- und Inselkartenwerke in Papier- und

¹⁹ Wieser, E. G., AVN „ein Rückblick auf die letzten 25 Jahre im Liegenschaftskataster“, Seite 287

²⁰ Das Hamburger Echo schreibt am 24.07.1957: „Im Vermessungsamt arbeitet ein Rechengenie - Arbeit von 3 Monaten wird in 30 Stunden erledigt. [...] Dem Amt wurde für einige Zeit eine von Dr.-Ing. Konrad Zuse entwickelte programmgesteuerte Relais-Rechenmaschine zur Verfügung gestellt, die ihre Erprobung mit Erfolg bestand. Sie bestand sogar so gut, dass die Vermessungsfachleute es nicht wenig bedauerten, die Maschine nur vorübergehend zu besitzen. Was ein Rechner mit einer normalen Rechenmaschine in 2,5 - 3 Monaten schafft, das leistet sie in 30 Stunden.“

²¹ Strauss, „Lagebezugssysteme in Deutschland im Wandel“, AVN - Allgemeine Vermessungsnachrichten, 4/1991, Seite 130 ff.

²² http://www.katastermodernisierung.nrw.de/images/downloads/Faltblatt_ETRS89.pdf (03.06.2014)

²³ Rebenstorf, R.- W., Skript „Automatisiertes Liegenschaftskataster“, Hochschule Neubrandenburg, 2013, Seite 27

Folienform geführt. Die Erstellung und Kartierung der Katasterkarten erfolgte weitestgehend manuell oder mittels Zeichenautomaten. Was zunächst vereinzelt, zumeist in Kooperation mit Ver- und Entsorgungsunternehmen sowie Großkommunen geschah, wurde nach und nach ausgeweitet, so dass die Digitalisierung der Katasterkarten vervollkommen und vervollständigt werden konnte.

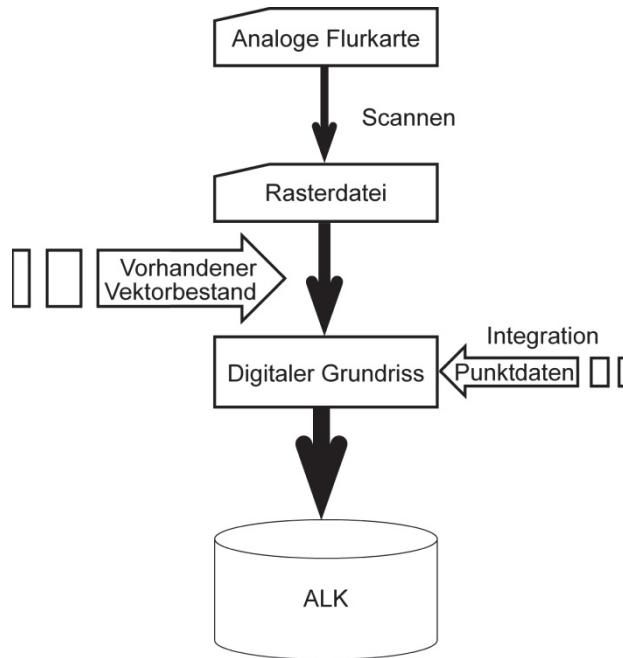


Abbildung 3: Grafik zur Einrichtung der ALK²⁴

Somit konnte der Aufbau der ALK kontinuierlich voran getrieben werden. Die ALK sollte in M-V bis voraussichtlich 2007 flächendeckend den vorhandenen, teils noch analogen Datenbestand als amtliche Karte ersetzen.²⁵ Tatsächlich dauerte es bis 2012, dass die ALK komplett und flächendeckend eingeführt wurde. Die ALK lag vor, wenn Punkt- und Grundrissdaten ALK-konform strukturiert, geprüft und in die ALK-Datenbank eingelesen wurden. Damit konnte durch Offenlegung die Erneuerung des Liegenschaftskatasters bekannt gegeben werden. Somit wurde durch die flächendeckende Erstellung der ALK Grundstufe die Grundlage zur Einführung des Nachfolgesystems ALKIS geschaffen.²⁶

Den beiden Automationssystemen - ALB und ALK - lagen unterschiedliche Datenmodelle zu Grunde und zur Übergabe dienten verschiedene Schnittstellenformate. Es war nur sehr eingeschränkt möglich gemeinsame Auswertemöglichkeiten durchzuführen. Diese Situation bot einen unbefriedigenden

²⁴ Rebenstorf, R.-W., Skript „Automatisiertes Liegenschaftskataster“, 2013, Seite 31

²⁵ Rebenstorf, R.- W., Skript „Automatisiertes Liegenschaftskataster“, Hochschule Neubrandenburg, 2013, Seite 31

²⁶ Rebenstorf, R.- W., Skript „Automatisiertes Liegenschaftskataster“, Hochschule Neubrandenburg, 2013, Seite 31

Zustand hinsichtlich der IT-Möglichkeiten Mitte der 90-er Jahre. Dies galt es durch entsprechende Weiterentwicklungen zu verbessern. Das Ziel war es deshalb, diese bis dahin getrennten digital geführten Komponenten des Liegenschaftskatasters ALB, ALK-Grundrissdatei und ALK-Punktdatei in ein eigenständiges Geoinformationssystem zu integrieren. Vor diesem Hintergrund fasste die AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) im Jahr 1995 den Beschluss ein Fachkonzept für eine automatisierte Führung des Liegenschaftskatasters zu erarbeiten. Im Jahr 1997 wurde für das genannte Vorhaben „Integrierte Modellierung des Liegenschaftskatasters“ die neue Bezeichnung Amtliches Liegenschaftskataster- Informationssystem (ALKIS) eingeführt. Als Ergebnis der Konzeption und Modellierung wurde das sogenannte AAA-Modell als objektbasiertes Basisschema auf Grundlage internationaler GIS-Standards von ISO (International Standardization for Organization) und OGC (Open Geospatial Consortium) entwickelt. Das AAA-Modell umfasst die Geoinformationssysteme AFIS (Amtliches Festpunktinformationssystem), ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) und ATKIS (Amtliches Topografisch- Kartographisches Informationssystem). Für dieses AAA-Modell wurde ein neues Schnittstellenformat festgelegt, die Normbasierte Austauschchnittstelle (NAS). Damit hatte die AdV technologisches Neuland betreten.²⁷

Vor mehreren Jahren wurde in M-V damit begonnen das ALB und die ALK zu einem integrierten Amtlichen Liegenschaftskataster- Informationssystem (ALKIS) zusammenzuführen, das damit einen Eckpfeiler des amtlichen Geobasisinformationssystems bildet. Somit liefert diese Zusammenführung die Grundlage der Geodateninfrastruktur (GDI) in Deutschland. Bereits 2001 wurde seitens der AdV empfohlen, beide Maßnahmen - ETRS89/UTM und ALKIS - zu verbinden, so dass den Nutzern und den Katasterverwaltungen eine mehrfache Umstellung erspart werden kann.²⁸ In allen Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland wurde sukzessive das ETRS89 (Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989) und die UTM (Universal Transversal Mercator)-Abbildung im Liegenschaftskataster gemeinsam mit der ALKIS-Einführung umgesetzt.

ALKIS gliedert sich konzeptionell in eine Erfassungs-, Qualifizierungs-, Datenhaltungs- und Bereitstellungskomponente, wobei die Erfassungskomponente nicht Bestandteil der ALKIS-Modellierung ist. Es erstellten verschiedene Softwarehersteller entsprechende Lösungen, die eine qualifizierte Fortführung des Liegenschaftskatasters mit größtmöglicher Effizienz ermöglichen. Gleichzeitig zu ALB/ALK und ALKIS wurden ebenso die Archive der Fortführungsunterlagen, die Fortführungsrisearchive, ge-

²⁷ Wieser, E. G., AVN „ein Rückblick auf die letzten 25 Jahre im Liegenschaftskataster“, Seite 291

²⁸ Heckmann, „Hessische Strategie zur Einführung von ETRS89/UTM-Koordinaten im Liegenschaftskataster“, In: DVW-Hessen-/DVW-Thüringen-Mitteilungen, 1/2006

scannt. Um den gesamten Bearbeitungsprozess der Fortführung des Liegenschaftskatasters papierlos und ausschließlich digital zu bearbeiten, wurde diese Möglichkeit eröffnet. Bis Ende 2015 wurde ALKIS in allen Bundesländern eingeführt.²⁹



Abbildung 4: Digitale Führung des Liegenschaftskatasters³⁰

Die getrennte Führung von Buchwerk und Kartenwerk ist mit ALKIS entfallen. Auch bei der automatisierten Führung von Liegenschaftskataster und Grundbuch sind noch Potenziale zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung vorhanden. Diese beiden Komponenten sind noch getrennt und so bedarf es eines gegenseitigen Datenaustauschs zur Fortführung dieser beiden Register. Um eine bundeseinheitliche Systemlösung der Justizseite im Zusammenhang mit der Einführung des Datenbankgrundbuchs zu erreichen, wurden auch die Konzeption und Grundsätze für einen vollständigen digitalen Datenaustausch zwischen ALKIS und Datenbankgrundbuch erarbeitet. Für die Einführung zur Umsetzung des Vorhabens „Datenbankgrundbuch“ finden sich Zeitangaben um das Jahr 202x.³¹

²⁹ www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/ (02.07.2018).

³⁰ Rebenstorf, R.-W., Skript „Automatisiertes Liegenschaftskataster“, 2017, Seite 7

³¹ Wieser, E. G., AVN „ein Rückblick auf die letzten 25 Jahre im Liegenschaftskataster“, Seiten 291/292

Die Erschließung von Optimierungspotenzialen in den organisatorischen Verwaltungsprozessen und -strukturen ging einher mit der Ausrichtung der Informationstechnologie. Trotz der technologischen Entwicklung bewahrte das Liegenschaftskataster weiterhin seine Grundfunktion. Das Liegenschaftskataster sichert nach wie vor zusammen mit dem Grundbuch das Eigentum am Grund und Boden. Es ist zudem immer noch Grundlage für den Grundstücksverkehr. Damit ist das Liegenschaftskataster ein wesentlicher Träger, der zur Sicherung der wirtschaftlichen Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland beiträgt.³²

Von Beginn an erfasste die sich seit Mitte der 1990er-Jahre rasant entwickelnde Internettechnologie ebenso die GIS (Geoinformationssystem) -Technologie wie auch das Liegenschaftskataster. Die Entwicklungen, die heute für die Nutzer aus Recht, Verwaltung und Wirtschaft im 24 h-Betrieb zur Verfügung stehen, sind über die Open Geospatial Consortium (OGC) - Standardisierungen vorangetrieben worden. Heute ist das Liegenschaftskataster sozusagen überall verbreitet.

In den Fach-GIS verbleiben die Geofachinformationen der einzelnen Verwaltungen und können mit dem Liegenschaftskataster zusammengeführt werden. Im Rahmen einer interoperablen, sei es einer lokalen oder internationalen Geodateninfrastruktur, lassen sich alle bodenrelevanten Informationen zu einer gemeinsamen Sicht zusammenführen.

Zusätzlich zur NAS-Datenschnittstelle bietet ALKIS den Nutzern die Möglichkeit des unmittelbaren dienstebasierten Zugangs über WMS (Web Map Service) und WFS (Web Feature Service) durch die ALKIS-Bereitstellungskomponente an. So können Nutzungspotentiale von ALKIS technologisch effizient und effektiv erschlossen werden, gerade bei der Vernetzung von Fach-GIS.³³

Im Umgang mit Geobasisinformationen und der GDI eröffnen sich, ebenso mit der Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie, Potenziale für neue Aufgabenfelder in den Bereichen der Beratung und Koordination von Landes- und Kommunalverwaltungen. INSPIRE (**IN**frastructure for **SP**atial **IN**fo**R**mation in Europe), welches eine vom Europäischen Parlament und dem Rat verabschiedete Richtlinie ist und am 15. Mai 2007 in Kraft trat, soll die Nutzung von Geodaten in Europa erleichtern. Sie definiert den rechtlichen Rahmen für den Aufbau von Geodateninfrastrukturen. Praktisch regelt INSPIRE eine einheitliche Beschreibung der Geodaten und deren Bereitstellung im Internet, mit Diensten für die Suche, die Visualisierung und dem Download. Die Daten müssen demnach in einem einheitlichen Format vorliegen.³⁴

³² Wieser, E. G., AVN „ein Rückblick auf die letzten 25 Jahre im Liegenschaftskataster“, Seite 287

³³ Wieser, E. G., AVN „ein Rückblick auf die letzten 25 Jahre im Liegenschaftskataster“, Seite 292

³⁴ <http://www.geoportal.de/DE/GDI-DE/INSPIRE/inspire.html?lang=de>

Bei Lösungsansätzen hinsichtlich der neuen gesellschaftlichen Herausforderungen wie Energiewende, Klimawandel, Mobilität und demografischem Wandel wird auf Geobasisinformationen des Liegenschaftskatasters zurückgegriffen. Insofern kann auf die hohe gesellschaftliche Bedeutung des Liegenschaftskatasters bei raumbezogenen Entscheidungen in Recht, Verwaltung und Wirtschaft hingewiesen werden. Es kann sogar behauptet werden, dass damit dem Liegenschaftskataster, seit Einführung des Steuerkatasters um 1900, keine so hohe Bedeutung mehr zugefallen ist.³⁵

³⁵ Riedel et al., AVN, 1/2014, „20 Jahre Liegenschaftskataster in den neuen Bundesländern - der Weg in Sachsen-Anhalt“, Seite 22 ff.

3 Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster

3.1 Der Prioritätenerlass aus dem Jahr 2008

Am 6. November 2008 wurde die Verwaltungsvorschrift mit dem Namen „Prioritäten im Geobasisinformationssystem Liegenschaftskataster Mecklenburg-Vorpommern“ (LiKatVV M-V) vom Innenministerium herausgegeben. Um diesen Prioritätenerlass einzuordnen, sei daraufhingewiesen, dass zu diesem Zeitpunkt die flächendeckende digitale Führung der ALK so gut wie abgeschlossen war und die Einführung von ALKIS noch nicht stattgefunden hatte.

Entsprechend diesem Prioritätenerlass aus dem Jahr 2008 ist das Liegenschaftskataster auf der Grundlage der landesgesetzlichen Vorschriften, insbesondere der §§ 2 sowie 11 bis 18 des Vermessungs- und Katastergesetzes (VermKatG), zu führen. Weiter sind gemäß VermKatG (§ 1 Abs. 3 Sätze 2 und 3) die Landräte sowie die Oberbürgermeister der kreisfreien Städte im übertragenen Wirkungskreis als Vermessungs- und Katasterbehörden zuständig.³⁶

Desweiteren werden alle für die Vermessungs- und Katasterbehörden geltenden Aufgabenstandards für die zukunftsorientierte Führung des Liegenschaftskatasters durch diese Verwaltungsvorschrift bestimmt. Zukünftig wurde eine landesweit vergleichbare und möglichst hohe Qualität bei der Führung des Liegenschaftskatasters durch die Fertigstellung der Grundstufe der Automatisierten Liegenschaftskarte gewährleistet.

Aus dem Prioritätenerlass geht hervor, dass das Liegenschaftskataster ein Teil der infrastrukturellen Grundversorgung im Rahmen der Geodateninfrastruktur Mecklenburg-Vorpommerns sowie Deutschlands ist.

In diesem Erlass ist eine Prioritätenliste vom Innenministerium festgelegt worden, die in folgender Rangfolge von den zuständigen Vermessungs- und Katasterbehörden in den nächsten Jahren zu bearbeiten war:³⁷

1. Einführung des Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®),
2. Flächendeckende Erhebung und Aktualisierung des Gebäudebestandes,
3. Umstellung auf das amtliche Bezugssystem ETRS89 mit UTM-Abbildung,
4. Vollständige digitale Führung und Bereitstellung der Nachweise des Liegenschaftskatasters (außer Bodenschätzung),

³⁶ „Prioritäten im Geobasisinformationssystem Liegenschaftskataster Mecklenburg-Vorpommern“ (LiKatVV M-V), Verwaltungsvorschrift vom 6. November 2008

³⁷ Für detailliertere Ausführungen der Aufgaben siehe Quelle Fußnote 31.

5. Aktualisierung der Tatsächlichen Nutzung,
6. Durchführung kartenverbessernder Maßnahmen,
7. Digitalisierung der Ergebnisse der Bodenschätzung,
8. Aktualisierung und Vervollständigung des Nachweises Gesetzlicher Klassifizierungen und topographischer Gegenstände.

Zu 6., mit dem Titel „Durchführung kartenverbessernder Maßnahmen“, sei erläutert, dass durch die Digitalisierung der analogen Flurkarte im Rahmen der Erstellung der ALK-Grundstufe eine Identität zwischen Katasterzahlenwerk und digital geführtem Katasterkartenwerk (ALK, ALKIS®) in der Regel nicht gegeben ist. Daher sind Maßnahmen erforderlich, die dabei helfen, die geometrische Qualität des Katasterzahlenwerkes zu verbessern. In ihren Entscheidungsbefugnissen sind die Vermessungs- und Katasterbehörden bei der Durchführung kartenverbessernder Maßnahmen frei.

Die Bereitstellung INSPIRE-konformer Daten, d. h. die Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der EU, ist von den Vermessungs- und Katasterbehörden zu gewährleisten. Die technische Umsetzung ist entsprechend der INSPIRE-Richtlinie durchzuführen.

Weiter geht aus dem Prioritätenerlass aus dem Jahr 2008 hervor, dass jede Vermessungs- und Katasterbehörde drei Monate nach Inkrafttreten dieser Verwaltungsvorschrift, d. h. ab dem 06.11.2008 ein Konzept zur Realisierung der im ersten und zweiten Absatz benannten Aufgaben, d. h. bis zur Einführung von ALKIS® und zur flächendeckenden Erhebung und Aktualisierung des Gebäudebestandes dem Innenministerium vorzulegen hat. Dies sei jährlich mit dem selben Stichtag zu wiederholen.

Das sogenannte Tagesgeschäft der Vermessungs- und Katasterbehörden, d. h. die Durchführung von Liegenschaftsvermessungen und die Benutzung des Liegenschaftskatasters sowie die Zusammenarbeit mit anderen Behörden, bleiben in ihrer Art und Weise, als Aufgaben unberührt.

Dieser Prioritätenerlass und die darin enthaltene Prioritätenliste waren für die zukünftigen Anforderungen und Aufgaben, die an das Liegenschaftskataster gestellt wurden, bis zum Jahr 2013 von den Vermessungs- und Katasterbehörden so umzusetzen, dass sie einen effizienten Einsatz der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel zum Ziel hatten. Diese Verwaltungsvorschrift war somit nur bis zum 31.12.2013 gültig und trat anschließend außer Kraft. An Ihre Stelle sollte eine neue Verwaltungsvorschrift erlassen werden, die neue bzw. weitere Aufgaben an das Liegenschaftskataster stellen sollte.

3.2 Der Prioritätenerlass aus dem Jahr 2016

Die aktuelle Verwaltungsvorschrift Prioritäten im Liegenschaftskataster wurde am 12.01.2016 vom Ministerium für Inneres und Sport in Mecklenburg-Vorpommern erlassen.

Nach dieser aktuellen Verwaltungsvorschrift ist das Liegenschaftskataster weiterhin auf Grundlage der landesgesetzlichen Vorschriften zu führen. Allerdings nicht mehr nach dem VermKatG, sondern nun nach dem Geoinformations- und Vermessungsgesetz (GeoVermG M-V), welches am 16.12.2010 vom Landtag verabschiedet wurde und somit das Nachfolgegesetz des VermKatG ist. Insbesondere ist es gemäß den §§ 4 und 22 bis 36 des GeoVermG M-V zu führen.³⁸ Weiterhin sind die Landräte und Oberbürgermeister der kreisfreien Städte in dem ihnen übertragenen Wirkungskreis zuständig. Dies ergibt sich aus dem § 5 Absatz 2 Nummer 3 und Absatz 5 des GeoVermG M-V. Allerdings werden diese nicht mehr als Vermessungs- und Katasterbehörde bezeichnet, sondern werden den erweiterten bzw. angepassten Aufgaben- und Tätigkeitsfeld angepasst und als untere Vermessungs- und Geoinformationsbehörde bezeichnet.

Alle Aufgabenstandards für eine zukunftsorientierte Führung des Liegenschaftskatasters werden von diesem Prioritätenerlass 2016 (LiKatVV M-V) für die unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörden bestimmt. Es soll somit eine landesweit vergleichbare und hohe Qualität bei der Führung des Liegenschaftskatasters erreicht werden.

Auch weiterhin ist das Liegenschaftskataster ein Teil der infrastrukturellen Grundversorgung im Rahmen der Geodateninfrastruktur Mecklenburg-Vorpommerns und Bestandteil der nationalen Geodatenbasis Deutschlands.

Die Grundlagen für eine zukunftsgerichtete, den Anforderungen der Nutzer orientierte Bereitstellung der Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters wurde mit der im Jahr 2014 erfolgten Umstellung auf ALKIS® geschaffen. Hauptsächlich wird der Blick auf die Steigerung der Qualität und der Aktualität der Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters so wie auf die ständige Weiterentwicklung von ALKIS® gerichtet.

Die folgenden grundsätzlichen Aufgaben im Liegenschaftskataster sind durch die unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörden gemäß LiKatVV M-V wahrzunehmen:³⁹

1. Realisierung von nutzerorientierten Vorbereitungs- und Übernahmezeiten
2. Weiterentwicklung des Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS®)

³⁸ LiKatVV M-V vom 12.01.2016.

³⁹ Für detailliertere Ausführungen der Aufgaben siehe Quelle Fußnote 31.

3. Flächendeckende Erhebung und Aktualisierung des Gebäudebestandes
4. Vollständige digitale Führung und Bereitstellung der Nachweise des Liegenschaftskatasters (außer Bodenschätzung)
5. Durchführung geometrieverbessernder Maßnahmen im Liegenschaftskataster
6. Aktualisierung der Tatsächlichen Nutzungen
7. Abstimmung der Geobasisdaten an den Verwaltungs- und Landesgrenzen
8. Übernahme, Führung und Bereitstellung der Ergebnisse der amtlichen Bodenschätzung

Unter Punkt 5 mit dem Titel „Durchführung geometrieverbessernder Maßnahmen im Liegenschaftskataster“ wird ausgeführt, dass durch die Digitalisierung der analogen Flurkarte erstellten Automatisierten Liegenschaftskarte als Datengrundlage für die Migration nach ALKIS® in der Regel nach wie vor eine Identität zwischen Katasterzahlenwerk und digital geführtem Katasterkartenwerk nicht gegeben ist. Daher sind weiterhin Maßnahmen erforderlich, die die geometrische Qualität im Liegenschaftskataster verbessern. Diese Maßnahmen sollen entsprechend § 1 Absatz 2 GeoVermG M-V den Anforderungen der Nutzer an die amtlichen Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters genügen. Die unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörden sind bei der Durchführung geometrieverbessernder Maßnahmen grundsätzlich in ihren Entscheidungsbefugnissen frei.

Weiter soll bei der örtlichen Bestimmung der Koordinaten der Grenzpunkte im amtlichen Lagebezugssystem der Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung SAPOS® verwendet werden. Somit können nachbarschaftliche Spannungen, insbesondere Spannungen in früheren Vermessungspunktnetzen anhand der Koordinatenabweichungen, sichtbar gemacht werden. Das vorrangige Ziel soll dabei sein, solche Spannungen zu beseitigen. Hierbei hat die lagerichtige Darstellung grundsätzlich Vorrang vor der lokalen Nachbarschaftsgenauigkeit.

Gemäß LiKatVV M-V ist die INSPIRE-Richtlinie von den Vermessungs- und Geoinformationsbehörden umzusetzen. D. h. es wird eine interoperable Bereitstellung von Geodaten, Metadaten und Diensten gewährleistet, so dass die Nutzung und der Zugang von Geodaten vereinfacht werden. Explizit wird die INSPIRE-konforme Richtlinie durch den Erlass des Ministeriums für Inneres und Sport, also der obersten Vermessungs- und Geoinformationsbehörde des Landes Mecklenburg-Vorpommern, zu Geowebdiensten für Geobasisdaten des amtlichen Vermessungswesens Mecklenburg-Vorpommern vom 12.03.2015 durch die obere Vermessungs- und Geobasisinformationsbehörde, spricht dem Landesamt für innere Verwaltung, wahrgenommen.⁴⁰

Auch nach dieser Verwaltungsvorschrift haben die unteren Vermessungs- und Geobasisinformationsbehörden des Landes M-V spätestens drei Monate nach in Kraft treten, also bis zum 13.04.2016, ein Konzept für die Realisierung der oben aufgeführten Aufgaben bei dem Ministerium für Inneres

⁴⁰ LiKatVV M-V 2016, Punkt 2, Abs. 3, Satz 3.

und Sport einzureichen. Außerdem ist jeweils ein weiteres bzw. ein überarbeitetes Konzept jährlich zum selben Stichtag fortzuschreiben. Das Ministerium für Inneres und Sport kann hierbei Abweichungen festlegen.

Aus diesem Prioritätenerlass geht auch hervor, dass sowohl die sachgerechte Führung des Liegenschaftskatasters als auch die Bereitstellung und Verwendung der Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters von den an die unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörden übertragenen oben erwähnten Aufgaben unberührt bleiben.

Gleichfalls bleibt die Zusammenarbeit mit anderen Behörden, u. A. mit der Grundbuch-, Flurneuordnungs- und der Finanzverwaltung unberührt.

Es sei erwähnt, dass bis zum Jahr 2020 keine weiteren Aufgaben hinsichtlich der Anforderungen des Liegenschaftskatasters zu erwarten sind. Zudem sind die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel effizient einzusetzen.

Desweiteren stellt das Land Mecklenburg-Vorpommern Finanzmittel zur Verfügung, um die zu bearbeitenden Aufgaben zu unterstützen. Dies geschieht konkret durch Werkvertragsmittel, dessen Höhe sich nach dem Landeshaushalt richtet.

Die aktuelle Verwaltungsvorschrift aus dem Jahr 2016 ist bis zum 31.12.2020 gültig und tritt anschließend außer Kraft.⁴¹

3.3 Qualitätsanalyse von Katasterzahlen im Landkreis Potsdam-Mittelmark

Um eine Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern unter Verwendung eines Ausgleichungsprogrammsystems, z. B. Systra von der Firma Technet oder Caplan von der Firma Cremer, zu erreichen, fand zunächst ein Erfahrungsaustausch mit dem Bundesland Brandenburg statt. In diesem Bundesland wurde bereits einige Jahre mit dem Ausgleichungsprogrammsystem Systra gearbeitet. Aus diesen Erfahrungen konnte eine Arbeitsgruppe in Mecklenburg-Vorpommern profitieren, um die Umsetzung einer Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters durch entsprechende Erfassungshinweise der Katasterzahlen vorzubereiten.

Um einen Einblick in die Erfahrungen des Landes Brandenburg zu erhalten, wird in diesem Abschnitt auf den Erfahrungsaustausch mit der Katasterbehörde des Landkreises Potsdam-Mittelmark eingegangen.

⁴¹ LiKatVV M-V 2016, Punkt 4.

In dem Bundesland Brandenburg ist am 04.05.2015 bereits der dritte Prioritätenerlass mit dem Titel „Vordringliche Arbeiten für das Liegenschaftskataster“ vom Ministerium des Inneren und für Kommunales veröffentlicht worden. Dieser Erlass ist im Bundesland Brandenburg und somit auch von der Katasterbehörde des Landkreises Potsdam-Mittelmark anzuwenden.⁴²

Die Geobasisdaten des Liegenschaftskatasters erfordern ein hohes Maß an Qualitätsstandards um die Modernisierung des amtlichen Vermessungswesens kontinuierlich fortzuführen. Denn diese Qualitätsstandards müssen den Anforderungen des Rechts, der Verwaltung, der Wirtschaft und der Gesellschaft genügen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind vorrangig die folgenden Aufgaben für die Geobasisdaten umzusetzen:

1. Reduzierung bzw. Beibehaltung der Vorbereitungs- und Übernahmezeiten
2. Abstimmung der Geobasisdaten der Landesgrenze
3. Geometrieverbesserung der Liegenschaftskarte
4. Erfassung weiterer notwendiger Unterlagen im ANS (Amtliches Nachweissystem)

Das Ziel hinsichtlich der Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskarte ist es, eine Angabe punktbezogener Qualitätsangaben herbeizuführen. Dabei ergibt sich die maximal erreichbare Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskarte aus der Qualität des vorhandenen Zahlenwerks. Ein weiteres Ziel ist es den Zusammenhang zwischen den vorhandenen Vermessungsrissen (Zahlennachweise) und der Liegenschaftskarte herzustellen.

Die nächsten Absätze befassen sich zunächst mit der Geometrieverbesserung der Liegenschaftskarte in Brandenburg, insbesondere mit der Herangehensweise, wie sie von der Katasterbehörde des Landkreises Potsdam-Mittelmark praktiziert wird.

Die erfassten Zahlennachweise sind in einer QL-Datenbank gemäß dem Leitfaden „Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters in ALKIS®“ zu speichern. Denn **QL**, was ausgeschrieben **Q**ualitäts**v**er**e**besserung im **L**iegenschaftskataster bedeutet, beinhaltet eine geometrische Verbesserung. Weiter sei es notwendig, Widersprüche im Zahlennachweis, die nicht ausgeräumt werden können, in den jeweiligen Gebieten eine örtliche Messung durchzuführen. Zusätzlich soll die Darstellung der Lage der eingemessenen Gebäude zu den Flurstücksgrenzen kontrolliert werden. Überbauten sind nur dann für diese Gebäude darzustellen, wenn diese den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen.

Sobald die Differenz zwischen den Flächenangaben der Flurstücke in ALKIS® und der graphisch ermittelten Fläche größer als 10 % ist, wird die neu berechnete Fläche eingeführt. Es kann im Regelfall

⁴² Power-Point-Präsentation vom stellv. Amtsleiter der Katasterbehörde Potsdam-Mittelmark Herr Wilk Mroß, Vortrag am 17.11.2016

davon ausgegangen werden, dass die Grenzpunktkoordinaten bzw. Flächen, die aus der QL stammen, eine ausreichende Genauigkeit für die anschließende Übernahme in ALKIS® haben.

In Gebieten, in denen Vermessungsunterlagen vernichtet wurden, ist sicherzustellen, ob die Darstellung der Liegenschaften den tatsächlichen Gegebenheiten entspricht. Hier ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Grenzen auf bestehenden Rechts- und Verwaltungsvorschriften fußen.

Desweiteren sind in sonstigen Gebieten, in denen ein Zahlenwerk aus irgendeinem Grund nicht vorliegt oder nicht ermittelt werden kann, für die Geometrieverbesserung der Liegenschaftskarte aktuelle Orthophotos zu verwenden, um markante Abweichungen zwischen Besitzstand und Liegenschaftskataster (ALKIS®) zu erkennen. Falls aus dem vorhandenen Orthophoto nicht eindeutig hervorgeht, woher eine solche Abweichung stammt, ist im Einzelfall eine Liegenschaftsvermessung notwendig. Zusätzlich wird in den geometrisch verbesserten Gebieten die tatsächliche Nutzung aktualisiert.

In Gebieten, in denen durch eine geringe geometrische Qualität der Liegenschaftskarte die Fortführung erschwert wird, ist innerhalb von zehn Jahren eine Verbesserung anzustreben. Zudem haben die Katasterbehörden der einzelnen Landkreise in solchen Gebieten, wo eine Fortführung erschwert wird, Zeitpläne aufzustellen, die den Abschluss einer angestrebten Qualitätsverbesserung darstellen sollen.

Im Bundesland Brandenburg wurde ein Rahmenkonzept erstellt, welches für die geometrische Verbesserung eine Grundlage zur Ableitung der spezifischen Konzepte der einzelnen Katasterbehörden bilden soll. Dieses Rahmenkonzept behandelt unter anderem die Herangehensweise hinsichtlich der Festlegung der prioritären Bearbeitungsbereiche, die Abgrenzung der einzelnen Erfassungsgebiete, die Tiefe der Bearbeitung und die Abhandlung der Übernahme der Arbeitsergebnisse in das Liegenschaftskataster. Das Konzept wurde zu Beginn des Jahres 2017 veröffentlicht.

Zu Beginn wurde eine Bestandsaufnahme durchgeführt, die die Startbedingungen für das Projekt Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster (kurz: QL) zum Stichtag 01.01.2016 beschreiben soll. Darin enthalten ist eine kurze Beschreibung zur bisherigen Bearbeitung. Beginnend mit der Qualität aus der Erstellung der ALK wurden weitere Ausführungen über die bisherigen Arbeiten zur Qualitätsverbesserung vorgenommen. Desweiteren wurde eine statistische Übersicht erstellt, worin unter anderem die Anzahl der gesamten Fluren im Bundesland Brandenburg im Verhältnis zur Anzahl der Fluren enthalten war, die bereits gemäß dem Leitfaden bis zum Ende des Jahres 2015 qualitativ verbessert wurden. Auch enthalten in dieser Bestandsaufnahme ist die Anzahl der amtlichen Grenzpunkte für das gesamte Bundesland im Verhältnis zur Anzahl der digitalisierten Grenzpunkte.

Diese und weitere Analysen dienten dazu, die Identifizierung derjenigen Gebiete der Katasterbehörden zu erkennen, die nach dem Prioritätenerlass III und anderer nachvollziehbarer Gründe für die

Bearbeitung im Projekt QL in Frage kommen. Diese Analyse wurde durchgeführt, um auf Basis einer jeden Flur als Gebietseinheit, entsprechende Schlussfolgerungen auf eine überschaubare Größe umsetzen zu können. Denn eine Flur erscheint daher sinnvoll, weil sie eine beherrschbare Flächengröße hat, ein eindeutiges Kennzeichen besitzt und georeferenziert in einem GIS darstellbar ist. Es sei hier angemerkt, dass eine flurweise Analyse nicht zwingend eine flurweise QL-Bearbeitung nach sich zieht.

Weiter wurde in dem Rahmenkonzept festgelegt, dass eine Analyse durchgeführt werden soll, die eine Klassifizierung der Gebiete nach ihrer Häufigkeit der Fortführungen aufführt. Die Häufigkeit der Fortführungen ist ein wesentliches Merkmal der prioritären Bearbeitungsbereiche. Die Häufigkeit der Fortführungen je Flur ist für die gesamte Fläche des Gebietes einer jeden Katasterbehörde zu ermitteln und in vier Gruppen einzuteilen:

- Gruppe 0 keine bzw. nur unbedeutende Fortführungen,
- Gruppe 1 wenige Fortführungen,
- Gruppe 2 mittel bis viele Fortführungen,
- Gruppe 3 sehr viele Fortführungen.

Zudem ist die geometrische Qualität der Fluren von den Katasterbehörden an Hand von Kriterien in drei Qualitätskategorien einzuteilen. Diese Kriterien sind insbesondere:

- die Häufigkeit von Grenzpunkten mit bestimmten Punktabtributen,
- die Größenordnung der Flächenabweichung zwischen der im LK nachgewiesenen und der neu berechneten Fläche,
- die Häufigkeit von Systra-Verfahren (bzw. Mini-QL-Verfahren) im Rahmen der Fortführungen.

Hinzukommen soll hinsichtlich der geometrischen Qualität der Liegenschaftskarte, d. h. explizit eine Klassifizierung nach den drei Qualitätskategorien, eine Zuordnung an Hand bestimmter Parameter. Der Qualitätskategorie eins werden Fluren zugeordnet, die einer geometrisch ungenügenden Liegenschaftskarte zu Grunde liegen. Der Qualitätskategorie zwei werden Fluren mit einem nicht ausreichendem Katasterzahlenwerk oder einer teilweise geometrisch mangelbehafteten Liegenschaftskarte und der Qualitätskategorie drei werden Fluren mit einer geometrisch guten, ausreichend auf dem vorhandenen Katasterzahlenwerk aufbauenden Liegenschaftskarte zugeordnet.

Indizien für eine Einstufung nach der Qualitätskategorie eins können sein, wenn weniger als 10 % der Grenzpunkte ein DES 1000 oder 4100 besitzen, wenn mehr als 30 % Flächenabweichung auftreten oder wenn weitere Hinweise auf ungenügende Qualität für das Gebiet festzustellen sind, wie z. B. eine kleinmaßstäbige Digitalisierungsgrundlage bei der ALK-Einrichtung.

Hinweise für die Zuordnung zur Qualitätskategorie zwei können sein, wenn mehr als 10 % der Grenzpunkte einen DES 1000 oder 4100 besitzen, wenn Gebiete mit einer Häufung von Mini-QL- bzw. Systra-Verfahren im Rahmen der Fortführungen vorkommen oder Gebiete mit einer gesicherten Erkenntnis über eine verminderte Qualität.

Eine Zuordnung zur Qualitätskategorie drei sollte erfolgen, wenn mehr als 75 % der Grenzpunkte ein DES 1000 oder 4100 besitzen, es ist eine Flächenabweichung zwischen der im LK nachgewiesenen und der neu berechneten Fläche von weniger als 10 % vorhanden oder es handelt sich um eine Flur, die mit einer gesicherten Erkenntnis über eine gute geometrische Qualität verfügt.

Hinsichtlich der Festlegung der Bearbeitungsbereiche gibt es fünf Prioritäten. Der Priorität I werden Gebiete mit der höchsten Notwendigkeit an Verbesserungen zugeordnet, der Priorität II Gebiete mit hoher Notwendigkeit an Verbesserungen, der Priorität III Gebiete mit mittlerer Notwendigkeit an Verbesserungen, der Priorität IV Gebiete mit einer geringen Notwendigkeit an Verbesserungen und der Priorität V Gebiete ohne eine Notwendigkeit an Verbesserungen. (Prioritätenzuordnung Siehe untere Tabelle)

Qualitätskategorie						
gut	3	V	V	V	V	
teilw. mangelbehaftet	2	IV	IV	III	II	
ungenügend	1	IV	III	II	I	
		0	1	2	3	
		<i>keine</i>	<i>wenige</i>	<i>mittel- viele</i>	<i>sehr viele</i>	Fortführungen

Tabelle 2: Festlegung der prioritären Bearbeitungsbereiche⁴³

In einer Übersichtskarte des Gebiets einer Katasterbehörde sind jeweils die Ergebnisse aus der Analyse und der Festlegung der prioritären Bearbeitungsgebiete GIS-basiert und landesweit einheitlich

⁴³ Die Gesellschaft zur Förderung der Geodäsie an der Hochschule Neubrandenburg e.V., Veranstaltungsthema: „Qualitätsanalyse von Katasterzahlen“, 17.11.2016, Titel des Vortrages: „Zur Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters im Land Brandenburg“, Wilk Mroß, Seite 25

darzustellen. Die jeweiligen Abstufungen der Fortführungshäufigkeit, der Qualitätskategorien und Darstellungsergebnisse der Gebiete sind mit den jeweiligen Prioritäten farblich zu unterscheiden. Die Landesbehörde Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (kurz: LGB) wird darum gebeten, dies wegen der landesweit einheitlichen Darstellung, zu unterstützen.

Hinsichtlich der Dokumentation der Arbeitsergebnisse ist folgendes zu beachten. Bei der Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster und deren Bearbeitung selbst findet keine Fortführung oder Berichtigung des Liegenschaftskatasters statt, weil bei der QL grundsätzlich nur das vorhandene Katasterzahlenwerk mit der Liegenschaftskarte in Übereinstimmung gebracht wird. Insbesondere für nachweispflichtige Arbeiten im Zusammenhang mit QL-Verfahren, wie u. a. die Berichtigung von Fehlern oder bei Passpunktbestimmungen, sind Nachweise gemäß VVLieVerm zu erstellen. VVLieVerm ist eine Verwaltungsvorschrift zur Erfassung der Geobasisdaten der Liegenschaften und zur Durchführung der Vermessungsverfahren, die im Bundesland Brandenburgs gilt.

Bei der Dokumentation der Punktattribute ist folgendes zu beachten. Die bei der Systra-Erfassung qualifizierten Punkte erhalten grundsätzlich die Description DES mit dem Wert 4100 „Aus Katasterzahlen für graphische Zwecke ermittelt“. Somit ist die QL-Herkunft der Koordinate für jeden Nutzer der Daten erkennbar. Bei einzelnen Punkten kann davon abgewichen werden. Dies liegt im Ermessensbereich des Bearbeiters bei der Katasterbehörde. Die nicht qualifizierten Punkte im QL-Bearbeitungsgebiet ändern gegebenenfalls ihre Koordinaten, behalten jedoch ihre bisherigen Attribute.

3.4 Die Dreistufigkeit geometrieverbessernder Maßnahmen

In Mecklenburg-Vorpommern wird bereits in den Landkreisen Mecklenburgische Seenplatte (MSE) und Vorpommern-Greifswald (VG) mit dem Programmsystem Systra gearbeitet und damit eine Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster durchgeführt. Die Bearbeitung ist im Bundesland M-V deshalb unterschiedlich, weil die Bearbeitung der „Durchführung geometrieverbessernder Maßnahmen im Liegenschaftskataster“, wie unter der Punkt 5 des Prioritätenerlasses vom 12. Januar 2016 ausgeführt, den unteren Vermessungs- und Katasterbehörden freigestellt ist. Das heißt, es obliegt der unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörde, ob Haushaltsmittel für eine Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters bereitgestellt werden.

Die geometrieverbessernden Maßnahmen sollten in drei Stufen durchgeführt werden. In der ersten Stufe werden die vorhandenen trigonometrischen Netze sowie TP-Punkte verwendet. In der zweiten Stufe werden diese durch Polygonnetze verdichtet und berechnet. In der dritten Stufe werden die vorhandenen Liegenschaftsvermessungen verwendet. Diese können orthogonale Vermessungen, d.

h. mit Abszissen- und Ordinatenmaß, oder polare Vermessungen, mit Winkel und Strecke, sein. Es wird also vom Großen ins Kleine gearbeitet.



Abbildung 5: Trigonometrischer Punkt⁴⁴

Die trigonometrischen Punkte (TP) sind vermarkte Punkt, deren Lage durch UTM-Koordinaten bestimmt ist. In der Örtlichkeit ist ein TP durch eine Vermarkung dauerhaft gekennzeichnet und gesichert. Die Vermarkung muss eine Lagestabilität gegenüber mechanischen Einflüssen besitzen.

Trigonometrische Netze sind Dreiecksnetze, die etwa aus gleichseitigen Dreiecken bestehen und das Landesgebiet überdecken. Die Punkte dieser trigonometrischen Netze sind die trigonometrischen Punkte.⁴⁵ Trigonometrische Netze 1. Ordnung haben Abstände zwischen einzelnen Punkten von 30 bis 60 km, die 2. Ordnung von 10 bis 20 km und die 3. Ordnung von 2 bis 5 km. Darüber hinaus gibt es ein Netz 4. Ordnung. Dieses besteht in der Regel aus Orientierungspunkten. Insgesamt beträgt die Anzahl der trigonometrischen Punkte ca. 15500 im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. (Stand: 2014)

Die Genauigkeit der Richtungsmessung war gegenüber der Genauigkeit der Streckenmessung langer Strecken vor der Einführung der elektronischen Streckenmessung erheblich höher. Daraus ergibt sich das historisch gewachsene klassische Triangulationsverfahren. Zur Anwendung kam dabei eine Basis

⁴⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Trigonometrischer_Punkt#/media/File:TP-Possenhofen.jpg

⁴⁵ „Taschenbuch Vermessung“, Günter Petrahn, 1996 Cornelsen Verlag, Berlin, Seite 128

mit einer Länge von 8 bis 10 km, die mit einer hohen Genauigkeit von 10^{-6} in der Streckenmessung erreicht werden konnte (1 km hat demzufolge eine Genauigkeit von ± 1 mm). Diese Basis wurde mehrfach gemessen und es kamen Invardrähte zum Einsatz. Diese war mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden. Aufgebaut wurde ein Basisvergrößerungsnetz bis zur Bestimmung der Länge der ersten TP-Seite. Es wurde nur die Strecke der Basis gemessen und anschließend sind ausschließlich Winkelmessungen des Basisdreiecks sowie Winkelmessungen des TP-Netzes ausgeführt worden. Die Berechnung der TP-Seiten erfolgte über den sphärischen Sinussatz. Die erste Seite des trigonometrischen Netzes wurde mit einer Genauigkeit von 10^{-5} bestimmt, d. h. 1 km hat die Genauigkeit von 1 cm.⁴⁶



Abbildung 6: Polygonpunkt / Aufnahmepunkt⁴⁷

Heute wird das Triangulationsverfahren nicht mehr angewendet. Auf Grund des technischen Fortschritts (GNSS) und der verbesserten Streckenmessgenauigkeit wird dieses Verfahren nicht mehr verwendet.

Polygonnetze werden für den Aufbau und die Verdichtung von Aufnahmepunkten (AP) gemessen. Von diesen Aufnahmepunkten werden die Grenz- und Gebäudepunkte bestimmt und berechnet.

Ein Polygonzug ist ein Linienzug, dessen Strecken und Brechungswinkel gemessen werden, um so die Berechnung der Koordinaten der Polygonpunkte, ausgehend von koordinatenmäßig bekannten Anschlusspunkten, zu ermöglichen⁴⁸.

Im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte des Bundeslandes Mecklenburg -Vorpommern werden nur die erste und die zweite Stufe der geometrieverbessernden Maßnahmen angewendet. D. h., es werden durch Polygonzüge Aufnahmepunkte bestimmt und berechnet. Seit dem Jahr 2015 wird dort Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster durchgeführt.

⁴⁶ „Taschenbuch Vermessung“, Günter Petrahn, 1996 Cornelsen Verlag, Berlin, Seite 129

⁴⁷ <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polygonpunkt2.jpg>

⁴⁸ „Taschenbuch Vermessung“, Günter Petrahn, 1996 Cornelsen Verlag, Berlin, Seite 294

Bei der unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörde des Landkreises Vorpommern-Greifswald in Pasewalk wird nur die dritte Stufe verwendet. Das betrifft auch das Messgebiet Liepgarten bei Ueckermünde meines praktischen Beispiels, welches im fünften Kapitel dieser Bachelorarbeit näher erläutert wird. Auf dieses Projekt in diesem Messgebiet, welches sich ausschließlich im Rahmen der dritten Stufe bewegt, wird im abschließenden Kapitel eingegangen.

3.5 Die Erfassungshinweise der Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters (QL) in M-V

Um eine Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster durchzuführen, sind bestimmte Regelungen einzuhalten. Dazu gibt es einen Entwurf der Erfassungshinweise QL mit dem Stand vom 18.12.2017.

Bei der Speicherung in der QL-Datenbank wird ein strukturiertes und einheitliches Vorgehen bei der Verschlüsselung der Daten vorausgesetzt, um die Messdaten im Rahmen der Geometrieverbesserung im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern zu erfassen.

Durch die Nummerierung der durch Digitalisierung ermittelten Grenzpunkte ergibt sich ein Vorteil bei der QL-Bearbeitung unter ALKIS®. Dadurch haben die erfassten Daten eine dauerhafte Beziehung zu den unveränderlichen Punktkennungen in ALKIS®. Es entfällt eine Zwischennummerierung, die in Arbeitsdokumentationen später nicht mehr zugeordnet werden kann. Ein Vorteil ist, dass sofort mit der endgültigen Punktkennzeichnung für die Beschriftung der Arbeitsrisse erfolgen kann.

Weiter muss sichergestellt werden, dass die verwendeten Systemnamen eineindeutig im ganzen Land Mecklenburg-Vorpommern vergeben werden können. Deshalb werden der Gemarkungsschlüssel und die Flur-Nr. verwendet. Es wird ebenfalls zu jeder Beobachtung der Nachweis im Liegenschaftskataster erfasst. Dieser Nachweis besteht aus den Stellen 1 bis 11 des Systemnamens.

Systemname: **GGGGFFUUUUUBNNN**

Stelle	Kürzel	Informationsinhalt	Bemerkung
1 bis 4	G	Gemarkungsschlüssel	Vierstellig
5 und 6	F	Flurnummer	Zweistellig
7 bis 11	U	Feldbuch- bzw. Fortführungsrisnummer	Vergabe entsprechend der landkreisinternen Nummerierung
12	B	Beobachtungstyp	
13 bis 15	N	Laufende Systemnummer	Durchlaufende Vergabe der Systemnummer für jeden Beobachtungstyp pro Messungssache

Tabelle 3: Kodierung der Beobachtungen⁴⁹

Für Spannmaße werden keine Systemnamen geführt.

Um die Beobachtungen eineindeutig zuordnen zu können, werden die Beobachtungstypen einander zugeordnet und nach folgendem Schema kodiert.

Beobachtung	Kodierung	Bemerkung
Messungslinien	M	M001 bis M999 pro Fortführungsris, Messungslinien über mehrere Blätter werden mit der Nummer des ersten Blattes (0;0-Punkt) vollständig erfasst
Parallelpolygone	L	L001 bis L999 pro Fortführungsris, dient der Erfassung von Grabenbreiten und Grabenmitten (Gewichtung S(L)=99.99 für die Abszissen)
Lokale Koordinaten	K	In der Regel K001, falls nur ein lokales KVZ vorliegt
Durchflutungen	F	F001 bis F999 pro Fortführungsris
Parallelität mit Abstand	P	P001 bis P999 pro Fortführungsris
Abstand Punkt-Linie	A	A001 bis A999 pro Fortführungsris
Polare Messungen	W	W001 bis W999 pro Fortführungsris

Tabelle 4: Beobachtungstypen (B)⁵⁰

⁴⁹ „Erfassungshinweise für das Verfahren der geometrischen Verbesserung der Liegenschaftskarte (QL- MV)“, Stand: 18.12.2017, Seite 2

Ein Beispiel für einen Systemnamen ist: Erste Messungslinie auf Fortführungsriß -Nr. 7 in der verschlüsselten Gemarkung Spriehusen und der Flur mit der Nr. 2 (Gemarkungsschlüssel 2146, Flur-Nr. 02): **21460200007M001**. Der Katasternachweis zu diesem Fortführungsriß ist: **21460200007**.

Zusätzlich werden die Beobachtungsgruppen kodiert. Beobachtungen gleicher Genauigkeit können gruppenweise gewichtet werden. Es ist aufgrund der QL-Datenbank auf einen eindeutigen Namen für die Bezeichnung zu achten. Diese setzt sich aus drei Teilen zusammen:

BBB-X-ZZZ (für Polarstrecken zusätzlich **Z-SNN**).

Die Positionen eins bis drei (**BBB**) stehen für den **Beobachtungstyp** und werden folgendermaßen kodiert.

Beobachtung	Kodierung
Referenzkoordinaten	REF
Messungslinien	MLI
Parallelpolygone	PLP
Lokale Koordinaten	LOK
Durchflutungen	FLU
Parallelität mit Abstand	PMA
Abstand Punkt-Linie	APL
Polare Messungen	POL
Spannmaße	SPN
Geradenschnitte	GRS
Geradlinigkeiten	GER
Rechtwinkligkeiten	REW
Parallelitäten	PAR

Tabelle 5: Beobachtungstyp⁵¹

⁵⁰ „Erfassungshinweise für das Verfahren der geometrischen Verbesserung der Liegenschaftskarte (QL- MV)“, Stand: 18.12.2017, Seite 2 und 3

⁵¹ „Erfassungshinweise für das Verfahren der geometrischen Verbesserung der Liegenschaftskarte (QL- MV)“, Stand: 18.12.2017, Seite 3

An der vierten Position ist der Platzhalter ein **X** und kann für „**N**“ - Normalfall, „**R**“ - beobachtungsabhängig (mecklenburgisches Rutenmaß), „**Q**“ - preußisches Rutenmaß, „**H**“ - Hamburger Maß, „**4**“, „**5**“, „**6**“ - Parameter bei der Digitalisierung oder „**G**“ bei Polarmessungen Grad statt Gon stehen.

Die Positionen fünf (**Z**), sechs (**Z**) und sieben (**Z**) stehen für Ziffern, die die Standardabweichung in cm, z. B. 010 für 10 cm angeben. Wenn eine achte Position (**Z**) besetzt ist, dann handelt es sich um eine Standardabweichung einer polaren Richtungsmessung in mgon, z. B. 0010 für 10 mgon.

Sind zusätzlich die Stellen neun (**S**), zehn (**N**) und elf (**N**) angegeben, dann handelt es sich um die Standardabweichung der Streckenmessung zu der polaren Messung, z. B. S10 steht für 10 cm. In den QL-Erfassungshinweisen sind Beispiele dafür angegeben und es befinden sich darin auch weitere Informationen.

Für die Punktnummerierung im Bearbeitungsgebiet gilt folgendes. Sämtliche, in der ALKIS®-Datenhaltung geführten Grenz-, Gebäude-, Nutzungsarten- und sonstigen Vermessungspunkte sind mit einem amtlichen Punktkennzeichen zu versehen. Falls bei der Erfassung der Katasterzahlen festgestellt wird, dass Punkte fehlen, sind diese mit den zur Verfügung gestellten reservierten Punktkennzeichen für das betreffende Kilometerquadrat zu kennzeichnen. Arbeitspunkte dürfen ebenfalls im gesamten Bundesland M-V nicht doppelt nummeriert werden und falls diese kein Punktkennzeichen erhalten, werden sie nach folgendem Schema nummeriert:

GGGGFFX00001 - **G**emarkungsschlüssel **F**lurnummer X (Platzhalter, beliebig) 00001 (fünfstellige laufende Nummer).

Arbeitspunkte können mit amtlich nummerierten Punkten gleichgesetzt werden, was bei der Erfassung der Katasterzahlen vorkommen kann. In diesem Fall wird eine Punktidentität zwischen den betroffenen Punkten erzeugt, so dass Punkte lokaler Digitalisierungen oder lokaler Koordinatenverzeichnisse zunächst mit einer Arbeitspunktnummer versehen werden können. Nach der Einrechnung in das amtliche System sind diese mit den zugehörigen ALKIS®-Punkten zu verknüpfen (Bildung von Punktidentitäten). Das amtliche Punktkennzeichen hat Vorrang und eine spätere Punktverschmelzung sorgt dafür, dass die erfassten Attribute vereinigt werden.

Müssen Aufnahmepunkte vorhandener Polygonnetze neu nummeriert werden, ist die Nummerierung mit der unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörde (uVGB) abzustimmen. Es werden gegebenenfalls dafür weitere Punktkennzeichen von der uVGB reserviert.

Alle Punkte, die an Hand der Katasterzahlen entfallen müssen, werden mit einer besonderen Kennung versehen. Die Folgeprogramme müssen in der Lage sein, diese Kennung zu verarbeiten, um Löschsätze zu erzeugen.

Beobachtungen können in drei Stufen gewichtet werden. Zum einen direkt an der Beobachtung, zum anderen über Beobachtungsgruppen und global über die Steuerparameter. Die erste Stufe besitzt die höchste Priorität. Wenn dort nichts eingetragen ist, wird die Eintragung in Stufe zwei berücksichtigt. Wenn auch dort nichts eingetragen ist, wirkt die globale Steuerung in Stufe drei. Die Stufe eins wird hauptsächlich zum „Abschalten“ bzw. „weich machen“ von Beobachtungen verwendet.

Für die Gewichtung wird die Stufe zwei empfohlen. Darüber hinaus wird eine Datei mit vorgegebenen Beobachtungsgruppen zur Verfügung gestellt, die zu Beginn der Bearbeitung einzulesen ist. Danach stehen dem Erfassungsprogramm die vorgegebenen Beobachtungsgruppen zur Verfügung. Abhängig von ihrer Entstehung erfolgt die Gewichtung. Wenn Beobachtungen annähernd die gleiche Genauigkeit aufweisen, werden diese in Beobachtungsgruppen zusammengefasst. Die Berücksichtigung der Beobachtungsgruppen erfolgt über die Zuordnung der oben erläuterten Systemnamen zu Beobachtungsgruppen.

Spannmaße werden direkt den vorgegebenen Beobachtungsgruppen zugeordnet. Es kann eine andere Gewichtung der Spannmaße nach fachlichen Anforderungen gegenüber anderen Beobachtungen erfolgen. Eine direkt beobachtete Nachbarschaftsbeziehung zwischen zwei Grenzpunkten, die Grenzlänge, kann gegenüber anderen Beobachtungen eine entsprechende Standardabweichung erhalten. Dies erfolgt, indem diese Grenzlänge mit einer Standardabweichung versehen wird, die um ca. einen cm kleiner gewichtet ist, als die entsprechenden Ordinaten- und Abszissenmaße.

Die Einhaltung der Geradlinigkeit bei den Messungslinien kann durch eine entsprechende Gewichtung des Null-Ordinatenmaßes erreicht werden, indem alle Ordinaten mit dem Messwert 0 eine um ca. zwei cm kleinere Standardabweichung erhalten, als die übrigen Ordinaten- und Abszissenmaße.

Die Gewichtung des ALKIS®-DIGI-Systems sollte so erfolgen, dass der Einfluss der digitalisierten Koordinaten auf die Katasterzahlen ausgeschlossen ist. Es hat sich bewährt, als Mindestwert die doppelte Maßstabszahl in Metern zu verwenden, z. B. Flurkartenmaßstab M 1:2500, S(L)= 5m.

4 Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen

Bei geodätischen Aufgabenstellungen stehen die unbekannten Größen \mathbf{u} in einem funktionalen Zusammenhang mit den Beobachtungen \mathbf{n} , weil diese nicht direkt gemessen werden. Nach dem Grundsatz der notwendigen Kontrollen werden mehr Beobachtungen gemessen, als für eine eindeutige Lösung erforderlich sind. Die Beobachtungen in einem Geodätischen Netz so auszuführen, dass sie möglichst spannungsfrei zueinander passen, um ein plausibles und eindeutiges Ergebnis für die gesuchten Unbekannten zu erhalten, ist die Grundidee der Ausgleichungsrechnung. Der Ausgleichungsansatz nach vermittelnden Beobachtungen unter Verwendung der Methode der kleinsten Quadrate wird dafür angewendet. Bei dieser Methode der kleinsten Quadrate, die auch als L2-Norm bezeichnet wird, sind die Abweichungen der Messwerte als Verbesserungen \mathbf{v} so zu verteilen, dass die mit der Gewichtsmatrix \mathbf{P} gewogene Summe der Verbesserungsquadrate minimal sein soll.⁵² Es gilt somit:

$$\mathbf{v}^T * \mathbf{P} * \mathbf{v} = \text{Minimum}$$

Formel 1: Ausgleichungsprinzip der L2-Norm

Als Gauß-Markov-Modell wird der Ausgleichungsansatz nach vermittelnden Beobachtungen auch bezeichnet, bei dessen Lösungsansatz die wahren Beobachtungen durch eine Funktion der wahren Unbekannten ausgedrückt werden.

$$\Phi(\tilde{\mathbf{X}}) = \tilde{\mathbf{L}}$$

Formel 2: Ausgleichungsansatz Gauß-Markov-Modell⁵³

Dieser Ausgleichungsansatz ist dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Verbesserungsgleichung genau eine Beobachtungsgröße vorkommt. So kann eine Messgröße \mathbf{L}_i als nichtlineare oder lineare Funktion Φ_i von sämtlichen Unbekannten dargestellt werden.

Wenn diesen Ansatz nun auf den Allgemeinfall der Ausgleichungsrechnung erweitert, können somit in einer funktionalen Beziehung gleichzeitig mehrere Unbekannte und Beobachtungen vorkommen. Dieser Allgemeinfall findet dann Anwendung, wenn im funktionalen Modell die Beobachtungen nicht von den Unbekannten getrennt werden können. Können die Beobachtungen und Unbekannten tatsächlich nicht voneinander getrennt werden, wird dieser Ausgleichungsansatz auch als Gauß-

⁵² Stieber, „Qualitätsuntersuchungen bei der Anwendung der Ausgleichungsrechnung bei Liegen-schaftsvermessungen am Beispiel eines Polygonnetzes und einer Gebäudeeinmessung“

⁵³ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

Helmert-Modell bezeichnet und es wird ein Lösungsansatz beschrieben, bei dem eine Funktion aus den wahren Unbekannten und wahren Beobachtungen im Ergebnis Null ergibt.

$$\Phi(\tilde{L}, \tilde{X}) = 0$$

Formel 3: Ausgleichungsansatz Gauß-Helmert-Modell⁵⁴

Die bedingte Ausgleichung ist ein Sonderfall der Ausgleichungsrechnung. Es gibt keine Unbekannten bei diesem Ausgleichungsmodell. Dabei werden ausschließlich Beziehungen zwischen den Beobachtungen aufgestellt.

$$\Phi(\tilde{L}) = 0$$

Formel 4: Ausgleichungsansatz bedingter Beobachtungen⁵⁵

In dieser Bachelorarbeit erfolgt die Auswertung mit der Ausgleichungsrechnung nach vermittelnden Beobachtungen. Es sollte jedoch nicht auf die Einbeziehung von zusätzlichen Bedingungen verzichtet werden, so dass die geforderte Zuverlässigkeit eingehalten werden kann. Das verwendete Programmsystem Systra enthält den Algorithmus nach vermittelnden Beobachtungen und nach bedingten Beobachtungen. Da für diese Arbeit aber „nur“ orthogonale Beobachtungen (Abszissen- und Ordinatenmaße) und Strecken als Beobachtungen vorliegen, sind die Bedingungen für das Programmsystem Systra nicht relevant. Die bedingte Ausgleichung ist nicht Gegenstand dieser Bachelorarbeit.

4.1 Funktionales Modell

Die Abhängigkeiten der Unbekannten von den Beobachtungen werden bei der Ausgleichungsrechnung nach vermittelnden Beobachtungen im funktionalen Modell beschrieben. Es setzen sich die Beobachtungen aus allen beobachtbaren Zufallsgrößen in der Ausgleichungsrechnung zusammen, die nach Art und Genauigkeit sehr unterschiedlich sein können. In geodätischen Aufgaben handelt es sich meist um Beobachtungen von Strecken- und Richtungsmessungen. Diese werden in einem $(n, 1)$ -Beobachtungsvektor \mathbf{L} zusammengefasst.

$$L_{n,1} = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_n \end{bmatrix}$$

Formel 5: Beobachtungsvektor⁵⁶

⁵⁴ Foppe, Repetitorium 2009, S. 25

⁵⁵ Foppe, Repetitorium 2009, S. 28

⁵⁶ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

Die Unbekannten, bei denen es sich meist um Koordinaten und Transformationsparameter der orthogonalen Systeme für Punkte handelt, sind die zu bestimmenden Größen, z. B. Koordinaten von Grenz- oder Gebäudepunkten. Diese Unbekannten sind abhängig von der Anzahl der Transformationsparameter. Hauptsächlich wird eine 4-Parameter-Transformation verwendet. So sind zu jedem orthogonalen System vier Unbekannte zu schätzen. Es müssen für die Unbekannten zunächst Näherungskordinaten bestimmt werden. Diese Näherungskordinaten der Unbekannten können auf verschiedene Weise berechnet werden. Weil in dieser Bachelorarbeit geodätische Lagemessungen betrachtet werden und Höhenmessungen nicht relevant sind, handelt es sich bei den Näherungskordinaten um Koordinaten der zu bestimmenden Aufnahme-, Liniennetz-, Grenz-, Gebäudepunkte. Die Bestimmung der Näherungskordinaten ist über die satellitengestützte Punktbestimmung, über digitalisierte Punkte und über geodätische Rechenverfahren erfolgt. Digitalisierte Punkte sind in der Regel im vermessungstechnischen Innendienst unter Verwendung eines Digitalisiertisches und einer analogen Flurkarte digital erfasst worden und so mit einer Lagestandardabweichung von 1 bis 5 Metern, je nach Maßstab der Flurkarte, verwendet worden. Die konkrete Herangehensweise und die Durchführung sowie die Vorbereitung der örtlichen Vermessung werden im Kapitel 5 beschrieben. Bei ungenauen Näherungskordinaten kann die Ausgleichung auch iterativ durchgeführt werden. Diese genäherten Unbekannten werden in einem $(u, 1)$ -Unbekanntenvektor X_0 zusammengefasst.

$$X_{0_{u,1}} = \begin{bmatrix} (X_1)_0 \\ (X_2)_0 \\ \vdots \\ (X_u)_0 \end{bmatrix}$$

Formel 6: genäherte Unbekannten ⁵⁷

Aus den genäherten Unbekannten werden die genäherten Beobachtungen L_0 berechnet.

$$L_{0_{n,1}} = \Phi_{n,1}(X_{0_{u,1}})$$

Formel 7: genäherte Beobachtungen ⁵⁸

Aus dem Beobachtungsvektor L und den genäherten Beobachtungen L_0 ergibt sich als Differenz der gekürzte Beobachtungsvektor l , woraus sich bereits mögliche grobe Fehler erkennen lassen.

$$l_{n,1} = L_{n,1} - L_{0_{n,1}}$$

Formel 8: gekürzte Beobachtungen ⁵⁹

⁵⁷ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

⁵⁸ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

⁵⁹ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

Ein erstes Ergebnis beinhaltet die Bestimmung der Verbesserung für jede Beobachtung, die einem funktionalen Zusammenhang zwischen den Unbekannten und der jeweiligen Beobachtung entspricht. Dieses Zwischenziel wird durch die nichtlinearen Verbesserungsgleichungen beschrieben.

$$\hat{L}_j = L_j + v_j = \Phi_j(\hat{X}_{u,1})$$

Formel 9: nichtlineare Verbesserungsgleichungen⁶⁰

Es werden jedoch lineare Beziehungen zwischen den Messgrößen und den Unbekannten in der Ausgleichsrechnung nach vermittelnden Beobachtungen vorausgesetzt. Allerdings sind in der Geodäsie die Verbesserungs- bzw. Beobachtungsgleichungen nicht immer linear und müssen linearisiert werden. Für so eine Linearisierung wird eine Reihenentwicklung nach Taylor vorgenommen. Den Funktionsverlauf in der Umgebung einer Entwicklungsstelle X_0 beschreibt eine Reihenentwicklung nach Taylor näherungsweise durch ein Polynom. Dieses Polynom, $f(x) = f(x^0) + \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_{x^0} \Delta x_1 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_{x^0} \Delta x_2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_{x^0} \Delta x_n$, ergibt sich aus den partiellen Ableitungen 0-ter bis n-ter Ordnung. Die Taylorreihenentwicklung, wie sie in der Ausgleichsrechnung zur Anwendung kommt, wird nach der ersten Ordnung abgebrochen, um eine lineare Beziehung zu bekommen. Für die zuvor erwähnten Näherungskoodinaten der Unbekannten ergibt sich daraus die Schlussfolgerung, da die Taylor-Reihenentwicklung nur an der Entwicklungsstelle X_0 selbst exakt ist. Weil für den Ausgleichsalgorithmus kleine Änderungen Δx an den Näherungskoodinaten zugelassen sind, kann die Taylor-Reihenentwicklung an den Entwicklungspunkten $X_0 + \Delta x$ nicht exakt sein. In der Konfigurations- bzw. Designmatrix **A** wird dieser funktionale Zusammenhang beschrieben. Diese Matrix enthält alle partiellen Ableitungen der Funktionen der Beobachtungen nach den jeweiligen Unbekannten. Nach der Anzahl der Beobachtungen in den Zeilen und der Anzahl der Unbekannten in den Spalten richtet sich die Dimension der Designmatrix.⁶¹

$$A_{n,u} = \left(\frac{\partial \Phi(X)}{\partial X} \right)_0 = \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial \Phi_1(X)}{\partial X_1} \right)_0 & \dots & \left(\frac{\partial \Phi_1(X)}{\partial X_u} \right)_0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{\partial \Phi_n(X)}{\partial X_1} \right)_0 & \dots & \left(\frac{\partial \Phi_n(X)}{\partial X_u} \right)_0 \end{bmatrix}$$

Formel 10: Konfigurations- bzw. Designmatrix⁶²

⁶⁰ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

⁶¹ Stieber, „Qualitätsuntersuchungen bei der Anwendung der Ausgleichsrechnung bei Liegen-schaftsvermessungen am Beispiel eines Polygonnetzes und einer Gebäudeeininmessung“

⁶² Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

Daraus ergibt sich für die linearisierten Verbesserungsgleichungen:

$$\hat{l}_{n,1} = l_{n,1} + v_{n,1} = A_{n,u} * \hat{x}_{u,1}$$

Formel 11: linearisierte Verbesserungsgleichungen⁶³

Die Gleichung in Formel 11 ist die Basis für die nachfolgenden Berechnungen. Die Zusammenführung des funktionalen Modells mit dem stochastischen Modell wird in Kapitel 4.3 beschrieben.

4.2 Stochastisches Modell

Im Vorfeld müssen für die Ausgleichungsrechnung Abschätzungen zur Genauigkeit für sämtliche Beobachtungen getroffen werden. Im stochastischen Modell werden diese beschrieben. Dazu gehören eine Aussage über die Korrelationen zwischen den Beobachtungen und eine Genauigkeitsaussage für den Beobachtungsvektor L , die in der Kovarianzmatrix Σ_{LL} enthalten sind. Die Varianzen σ_i^2 sind auf der Hauptdiagonalen und die möglichen Korrelationen bzw. Kovarianzen auf den Nebendiagonalen aufgeführt.⁶⁴

$$\Sigma_{LL_{n,n}} = E(\varepsilon_L * \varepsilon_L^T) = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12}\sigma_1\sigma_2 & \dots & \rho_{1n}\sigma_1\sigma_n \\ \rho_{21}\sigma_2\sigma_1 & \sigma_2^2 & \dots & \rho_{2n}\sigma_2\sigma_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1}\sigma_n\sigma_1 & \rho_{n2}\sigma_n\sigma_2 & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix}$$

Formel 12: Kovarianzmatrix⁶⁵

Früher wurde aus Gründen der Recheneinsparnis zur Vereinfachung der Σ_{LL} eine Varianz der Gewichtseinheit σ_0^2 (a-priori) eingeführt, woraus sich die Kofaktormatrix der Beobachtungen Q_{LL} berechnen lässt. Inzwischen wird diese standardmäßig zu eins gesetzt.

$$Q_{LL_{n,n}} = \frac{1}{\sigma_0^2} * \Sigma_{LL_{n,n}}$$

Formel 13: Kofaktormatrix der Beobachtungen⁶⁶

⁶³ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

⁶⁴ Stieber, „Qualitätsuntersuchungen bei der Anwendung der Ausgleichungsrechnung bei Liegenchaftsvermessungen am Beispiel eines Polygonnetzes und einer Gebäudeeinmessung“

⁶⁵ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

⁶⁶ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

Mit dem Invertieren der Kofaktormatrix der Beobachtungen ergibt sich die Gewichtsmatrix \mathbf{P} .

$$P_{n,n} = Q_{LL_{n,n}}^{-1}$$

Formel 14: Gewichtsmatrix ⁶⁷

Die Gewichte der einzelnen Beobachtungen sind in der Gewichtsmatrix enthalten. Somit erhält eine Beobachtung mit hoher Genauigkeit ein entsprechend hohes Gewicht und analog dazu eine Beobachtung mit niedriger Genauigkeit ein entsprechend geringes Gewicht.

4.3 Ausgleichungsalgorithmus

Das funktionale und das stochastische Modell werden im Ausgleichungsalgorithmus zusammengefasst. Zuerst wird der Vektor der ausgeglichenen gekürzten Unbekannten $\hat{\mathbf{x}}_{u,1}$ berechnet. Dieser Vektor tritt bereits in der Formel 4.11 auf, wo es um die linearisierten Verbesserungsgleichungen geht. Anschließend werden zunächst die Normalgleichungsmatrix

$$N_{u,u} = A_{u,n}^T * P_{n,n} * A_{n,u}$$

Formel 15: Normalgleichungsmatrix ⁶⁸

und der Absolutgliedvektor berechnet:

$$n_{u,1} = A_{u,n}^T * P_{n,n} * l_{n,1}$$

Formel 16: Absolutgliedvektor ⁶⁹

Um die ausgeglichenen gekürzten Unbekannten ($\hat{\mathbf{x}}_{u,1}$) berechnen zu können, muss nun die Normalgleichungsmatrix invertiert werden. Wenn Datumsdefekte vorhanden sind, kann es vorkommen, dass Zeilen und Spalten der Normalgleichungsmatrix linear abhängig sind. Dies bedeutet, dass die Normalgleichungsmatrix nicht invertierbar ist. Datumsdefekte werden im Kapitel 4.6 genauer beschrieben.

$$Q_{\hat{\mathbf{x}}\hat{\mathbf{x}}_{u,u}} = N_{u,u}^{-1}$$

Formel 17: Inversion der Normalgleichungsmatrix ⁷⁰

⁶⁷ Foppe, Repetitorium 2009, S. 18

⁶⁸ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁶⁹ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁷⁰ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

Anschließend können die ausgeglichenen gekürzten Unbekannten folgendermaßen berechnet werden:

$$\hat{x}_{u,1} = Q_{\hat{x}\hat{x}_{u,u}} * n_{u,1} .$$

Formel 18: ausgeglichene gekürzte Unbekannte ⁷¹

Als nächstes folgt die Umstellung der linearisierten Verbesserungsgleichungen so, dass der Vektor der Verbesserungen berechnet werden kann.

$$v_{n,1} = A_{n,u} * \hat{x}_{u,1} - l_{n,1}$$

Formel 19: Verbesserungen ⁷²

Daraus werden die ausgeglichenen gekürzten Beobachtungen ermittelt:

$$\hat{l}_{n,1} = l_{n,1} + v_{n,1}$$

Formel 20: ausgeglichene gekürzte Beobachtungen ⁷³

Die ausgeglichenen Beobachtungen ergeben sich aus:

$$\hat{L}_{n,1} = L_{n,1} + v_{n,1}$$

Formel 21: ausgeglichene Beobachtungen ⁷⁴

Anschließend werden die ausgeglichenen Unbekannten berechnet:

$$\hat{X}_{u,1} = X_{0u,1} + \hat{x}_{u,1}$$

Formel 22: ausgeglichenen Unbekannten ⁷⁵

Eine rechnerische Überprüfung wird mit Hilfe der Schlussprobe der Ausgleichungsrechnung durchgeführt, denn es gilt:

$$\hat{L}_{n,1} \stackrel{!}{=} \Phi_{n,1}(\hat{X}_{u,1})$$

Formel 23: Ausgleichungsprobe ⁷⁶

⁷¹ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁷² Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁷³ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁷⁴ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁷⁵ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

⁷⁶ Foppe, Repetitorium 2009, S. 19

Es folgt die Berechnung der Varianz der Gewichtseinheit (a-posteriori):

$$s_0^2 = \frac{v^T * P * v}{n - u}$$

Formel 24: Varianz der Gewichtseinheit⁷⁷

Ob der Erwartungswert der Varianz der Gewichtseinheit a posteriori s_0^2 gleich der Varianz der Gewichtseinheit a priori σ_0^2 ist, sollte mit einem statistischen Test geprüft werden. Es wird überprüft, ob die anfangs angenommene Genauigkeit zutrifft oder diese besser bzw. schlechter ist, als zu Beginn angenommen. Es können auch Modellfehler mit dem Globaltest aufgedeckt werden. Bei dem Globaltest wird in der Regel der Fisher-Test angewendet. Mit Hilfe der Ausgleichsrechnung lassen sich nun die Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten:

$$\Sigma_{\hat{x}\hat{x}_{u,u}} = s_0^2 * Q_{\hat{x}\hat{x}_{u,u}}$$

Formel 25: Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten⁷⁸

die Kofaktormatrix der ausgeglichenen Beobachtungen:

$$Q_{\hat{L}_{n,n}} = A_{n,u} * Q_{\hat{x}\hat{x}_{u,u}} * A_{u,n}^T$$

Formel 26: Kofaktormatrix der ausgeglichenen Unbekannten⁷⁹

und die Kofaktormatrix der Verbesserungen:

$$Q_{vv_{n,n}} = Q_{LL_{n,n}} - Q_{\hat{L}_{n,n}}$$

Formel 27: Kofaktormatrix der Verbesserungen⁸⁰

berechnen. Aus den berechneten Werten ergeben sich die erreichte Genauigkeit und die Zuverlässigkeit.

4.4 Beurteilung der Zuverlässigkeit einer Messung

Durchgreifende Kontrollen gehören zu den grundlegenden Arbeitsweisen bei geodätischen Messungen. Die Richtigkeit der Ergebnisse werden dadurch gewährleistet sowie Unstimmigkeiten aufge-

⁷⁷ Foppe, Repetitorium 2009, S.19

⁷⁸ Foppe, Repetitorium 2009, S.19

⁷⁹ Foppe, Repetitorium 2009, S.19

⁸⁰ Foppe, Repetitorium 2009, S.19

deckt. Voneinander unabhängige Messungen gelten als direkte Kontrollen, die oft durch anders wirkende Beobachtungen realisiert werden. Eine typische Aufgabe im Vermessungswesen stellt die Bestimmung von Koordinaten eines Neupunktes N in einem zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystem dar. Ein Neupunkt N wird von zwei bekannten Aufnahmepunkten durch eine entsprechende Messanordnung bestimmt.

Aus dieser Messanordnung ergeben sich drei Verfahren zur Berechnung der Koordinaten des Neupunktes N. Das sind der Vorwärtsschnitt, der Bogenschnitt und das polare Anhängen.⁸¹ Im Weiteren wird beschrieben, wie eine überbestimmte Berechnung des Punktes N erfolgen kann. Durch Überbestimmungen ist der Redundanzanteil der Messungen größer Null und eine Kontrolliertheit ist möglicherweise gegeben. Dabei ist die Kontrolliertheit der einzelnen Beobachtungen abhängig von deren Genauigkeit.

Der Redundanzanteil z_j berechnet sich aus dem Quotienten des Elements der Kofaktormatrix a-posteriori und des Elements Kofaktormatrix a-priori, welcher von eins abgezogen wird:

$$z_j = 1 - \frac{q_{\hat{L}_j \hat{L}_j}}{q_{L_j L_j}}$$

Formel 28: Redundanzanteil⁸²

Der Wert des Redundanzanteils wird dadurch innerhalb der Grenzen von $0 \leq z_j \leq 1$ definiert. Falls eine Beobachtung überbestimmt sein sollte, ist der Wert z_j größer als Null. Führt man eine Beobachtung höherer Standardabweichung ein, vergrößert sich auch entsprechend der Wert dieser Beobachtung in der Q_{LL} -Matrix. Somit wird der Quotient aus $q_{\hat{L}_j \hat{L}_j}$ und $q_{L_j L_j}$ kleiner und der Redundanzanteil dieser Beobachtung steigt. Damit hat diese Beobachtung einen geringeren Einfluss auf die Punktbestimmung und ist dadurch „überflüssiger“. Im Verhältnis zur Punktbestimmung zeigt der Redundanzanteil jeder einzelnen Beobachtung die „Überflüssigkeit“ der jeweiligen Beobachtung auf.

Die Beobachtungen mit geringer Standardabweichung können die Beobachtungen mit einer hohen Standardabweichung sehr gut kontrollieren, wenn sehr unterschiedliche Standardabweichungen für die Beobachtungen vorliegen. Dies gilt jedoch nicht umgekehrt. D. h. die Beobachtungen mit einer hohen Standardabweichung können Beobachtungen mit niedrigerer Standardabweichung nicht mehr ausreichend kontrollieren. Wenn eine durchgreifende Kontrolliertheit vorliegen soll, muss der Re-

⁸¹ Stieber, „Qualitätsuntersuchungen bei der Anwendung der Ausgleichsrechnung bei Liegen-schaftsvermessungen am Beispiel eines Polygonnetzes und einer Gebäudeeinmessung“

⁸² Foppe, Repetitorium 2009, S.110

dundanzanteil z_j größer als 0,1 bzw. anders ausgedrückt größer als 10 % sein. Die nachfolgende Tabelle zeigt, welchen Wert z_j annehmen muss, so dass der Messwert kontrolliert ist.

Redundanzanteil	Messwert
$z_j < 0,1$	- nicht kontrolliert
$0,1 < z_j < 0,3$	<ul style="list-style-type: none"> - ausreichend kontrolliert - Aufdeckung grober Fehler kaum möglich - weitere Beobachtungen - Netzoptimierung
$0,3 < z_j < 0,7$	<ul style="list-style-type: none"> - kontrolliert - gute gegenseitige Kontrolle
$0,7 < z_j < 1$	<ul style="list-style-type: none"> - gut kontrolliert - eine Beobachtung wird durch eine andere vollständig kontrolliert

Tabelle 6: Kontrollierbarkeit der Messwerte⁸³

Ein gutes Verhältnis zwischen der Wirtschaftlichkeit, der Genauigkeit und der Zuverlässigkeit entspricht einem Redundanzanteil von 0,5.

4.5 Grobfehlersuche

Fehler, die durch Unachtsamkeit entstanden sind und außerhalb der Messgenauigkeit liegen, werden als Ausreißer bezeichnet. Dies bezüglich wird das data snooping nach Baarda oft als Standardmethode zur Grobfehlererkennung verwendet. So auch bei dem Programmsystem Systra. Dabei wird für jede Messung die normierte Verbesserung **NV** berechnet und überprüft, ob sie eine bestimmte Grenze überschreitet.

$$NV_j = \frac{|v_j|}{\sigma_j \sqrt{z_j}}$$

Formel 29: normierte Verbesserung⁸⁴

⁸³ Möser, et al., 2012, Seite 444

Wird die in dem Ausgleichungsprogramm angegebene Grenze überschritten, für die in der Regel der NV-Wert 3,29 verwendet wird, beinhaltet der Messwert mit der größten normierten Verbesserung am wahrscheinlichsten den Fehler. Bei diesem Quantil von 3,29 handelt es sich um eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 99,7 %, d. h. alle Werte für NV, die darüber liegen, sind außerhalb dieser Sicherheitswahrscheinlichkeit und damit ist das Quantil von 3,29 sogar noch aussagekräftiger als eine Hochsignifikanz mit $3 \cdot \sigma$, welche ein Quantil von 3,0 hätte. Die einfache Standardabweichung ($1 \cdot \sigma$) hat ein Quantil von 1,0 und eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 68,2 %.

Dieser Fehler, der über dem Quantil von 3,29 liegt, ist zu überprüfen und wenn möglich zu korrigieren oder aus dem Datensatz zu eliminieren. Danach wird die Ausgleichungsrechnung erneut durchgeführt. Nachteile dieser Methode nach Baarda sind zum Einen, dass grobe Fehler die Messung aufweichen und Ausreißer oftmals nicht gefunden werden und zum Anderen, dass die Lokalisierung der Ausreißer von den a-priori Annahmen, also der im Vorhinein angenommenen Standardabweichung, abhängig ist.

Der GF-Wert, ein grober Fehler, ein sogenannter Ausreißer, setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$\hat{\Delta}_j = GF = \frac{-v_j}{p_{jj} * q_{v_j v_j}} = \frac{-v_j}{r_j}$$

Formel 30: grober Fehler⁸⁵

Dieser grobe Fehler zeigt an, welcher mögliche Fehler für eine Beobachtung vorliegen könnte, obwohl der Wert für die normierte Verbesserung innerhalb der Sicherheitswahrscheinlichkeit von 99,7 % liegt. Ein größerer Fehler, der als „Ausreißer“ bezeichnet wird, ist besonders zu betrachten.

Desweiteren wird ein EP-Wert wie folgt berechnet:

$$EP_i = (1 - r_i) * GF_i$$

Formel 31: Einfluss eines eventuellen groben Fehlers⁸⁶

Dieser EP-Wert zeigt an, wie groß der Einfluss eines eventuellen groben Fehlers, auf den durch die Vermessung zu bestimmende Punkt, sein würde. Mit dem diesem Wert kann geprüft werden, wie sich die Punktlage ändert, wenn der Messwert nicht an der Ausgleichung teilnehmen würde. Im Ausgleichungsprogramm Systra wird dieser Wert im Protokoll EK-Wert bezeichnet.

⁸⁴ Baumann, 1998, S. 24

⁸⁵ Köster, Präsentation: „Qualitätsparameter in der Ausgleichungsrechnung“, Folie 11,

⁸⁶ Köster, Präsentation: „Qualitätsparameter in der Ausgleichungsrechnung“, Folie 13,

4.6 Netzausgleichungsmethoden

Die Geodätischen Netze können auf unterschiedliche Art und Weise ausgeglichen werden. Diese können als freies Netz, entweder mit Gesamt- oder Teilspurminimierung, unter Zwang oder zwangsfrei mit oder ohne weicher Lagerung ausgeglichen werden. Dabei wird in der Ausgleichungsrechnung zwischen Festpunkten, Datumpunkten oder Neupunkten unterschieden.⁸⁷

Daraus ergibt sich je nach Netztyp und Ausgleichungsmethode eine unterschiedliche Anzahl an Datumsdefekten. In folgender Tabelle 7 werden die Datumsdefekte in Zusammenhang mit den Netztypen dargestellt.

Netzdimension	Netztyp	Max. Anzahl der Datumsdefekte	Freie Datumparameter
1	Höhennetz, Schwerenetz	1	Translation in z
2	Lagenetz	4	Translation in x und y, Drehung um z, Maßstab
3	GPS-Netz, Kombiniertes 3D-Netz, Bündelblockausgleichung	7	Translation in x, y und z, Drehung um x, y und z, Maßstab

Tabelle 7: Maximale Anzahl der Datumsdefekte und freien Datumparameter bei typischen Netzen⁸⁸

Die Anzahl der freien Datumparameter je nach Ausgleichungsmethode wird im Folgenden beschrieben.

4.6.1 Freie Netzausgleichung - Gesamtspurminimierung

Bei der freien Netzausgleichung gibt es keine unveränderlichen Festpunkte. Es wird zwischen Gesamt- und Teilspurminimierung unterschieden. Bei der Netzausgleichung mit Gesamtspurminimierung

⁸⁷ Stieber, „Qualitätsuntersuchungen bei der Anwendung der Ausgleichungsrechnung bei Liegenchaftsvermessungen am Beispiel eines Polygonnetzes und einer Gebäudeeinemessung“

⁸⁸ Niemeier, 2008, S. 232

rung werden alle Punkte als Datumpunkte betrachtet. Die Punktgenauigkeiten und die innere Geometrie ergeben sich aus den Beobachtungen des lokalen Netzes. Sie bleiben hierbei erhalten. Bei der Gesamtspurminimierung wird die Spur der Kofaktormatrix der ausgeglichen Unbekannten, siehe Formel 26, minimiert. Die Anzahl der Datumsdefekte beträgt in einem Lagenetz bis zu vier.

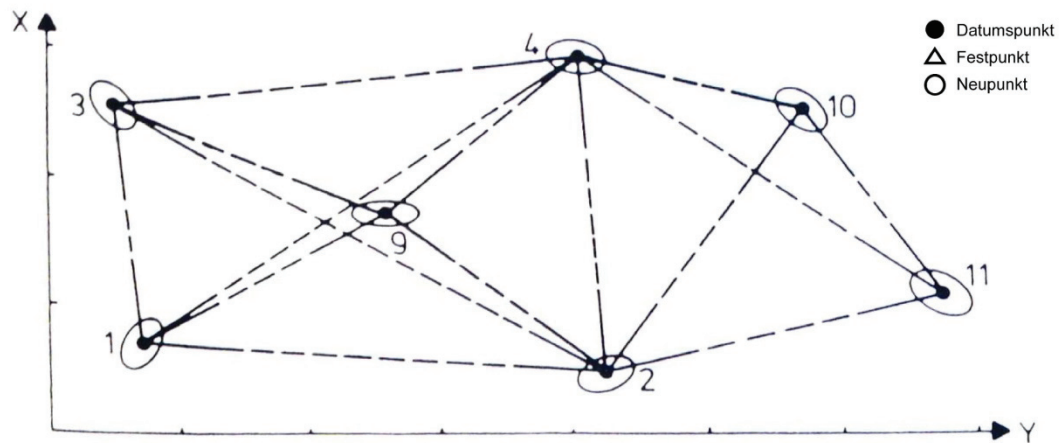


Abbildung 7: freie Netzausgleichung - Gesamtspurminimierung⁸⁹

Bei ingenieurgeodätischen Netzen findet diese Ausgleichungsmethode eine Anwendung. Außerdem wird die Gesamtspurminimierung als erster Schritt bei einer Zwangsausgleichung verwendet, um die innere Netzgeometrie zu überprüfen.

4.6.2 Freie Netzausgleichung - Teilspurminimierung

Es erfolgt eine spezielle Datumsauswahl bei der freien Netzausgleichung mit Teilspurminimierung. Es verlieren dadurch einige Netzpunkte ihren Status als Datumpunkte und werden nur noch als Neupunkte geführt. Auch bei der Teilspurminimierung werden die Datumpunkte in der Spur der Kofaktormatrix der ausgeglichenen Unbekannten minimiert. Die Anzahl der Datumsdefekte beträgt hier in einem Lagenetz ebenfalls maximal vier.

⁸⁹ Pelzer, H. „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II“ Band 2, S. 196/197, Konrad Wittwer, Stuttgart, 1985

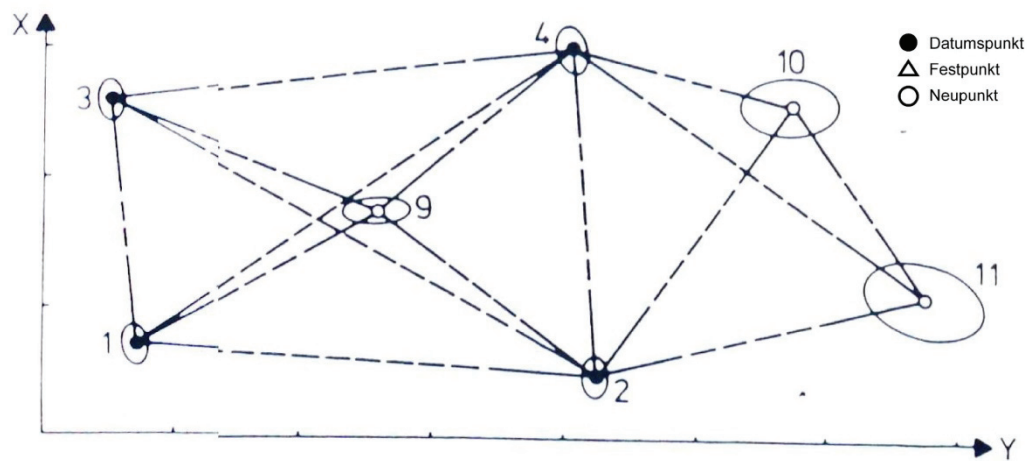


Abbildung 8: freie Netzausgleichung - Teilspurminimierung⁹⁰

Bei einer Netzverdichtung wird diese Netzausgleichung angewendet. Das Netz wird auf die übergeordneten Punkte gelagert, jedoch nicht festgehalten. Damit kann die Identität der übergeordneten Punkte überprüft werden.

4.6.3 Zwangsfreie Netzausgleichung

Ohne „Verbiegung der Geometrie“ werden die Neupunkte an die Festpunkte bei der zwangsfreien Netzausgleichung angeschlossen. Datumsdefekte sind durch den Anschluss ans übergeordnete Netz gleich null.

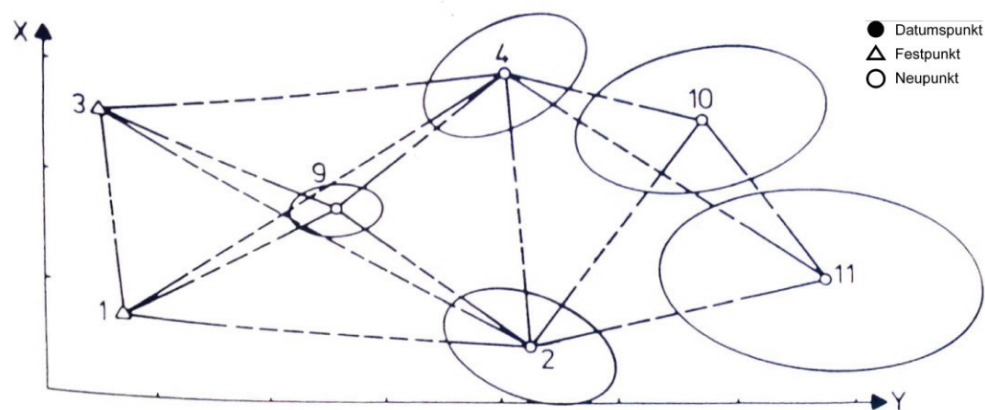


Abbildung 9: zwangsfreie Netzausgleichung⁹¹

⁹⁰ Pelzer, „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II“ Band 2, S. 196/197

⁹¹ Pelzer, „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II“ Band 2, S. 196/197, Konrad Wittwer, Stuttgart, 1985

Die Anzahl der Festpunkte richtet sich hier nach den Datumsdefekten. Es sind z. B. in einem Lagenetz nur zwei Anschlusspunkte notwendig.

4.6.4 Netzausgleichung unter Zwang

Bei dieser Netzausgleichung werden die Neupunkte in das durch die unveränderlichen Festpunkte festgelegte Netz unter Zwang berechnet. Die Anzahl der Datumsdefekte beträgt hierbei null. Es wird dabei die Geometrie des hoch genauen lokalen Netzes verbogen.

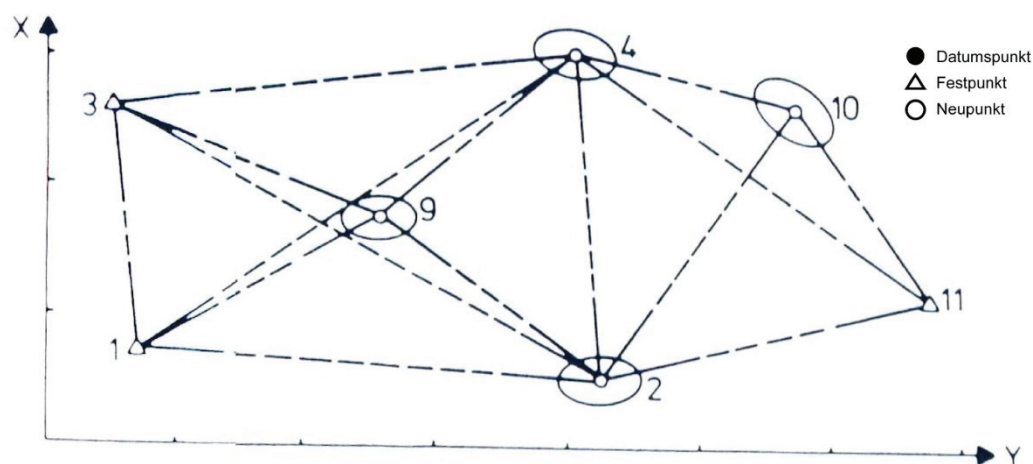


Abbildung 10: Netzausgleichung unter Zwang⁹²

Dies ist der klassische Ansatz zur Durchführung einer Ausgleichsberechnung in der Landesvermessung und bei Liegenschaftsvermessungen. Dabei bleiben die Festpunkte unverändert.

4.6.5 Netzausgleichung unter Zwang mit weicher Lagerung

Weil bei dieser Ausgleichungsmethode, die auch als dynamische Netzausgleichung bezeichnet wird, an den Festpunkten kleine Verbesserungen zugelassen werden. Somit enthält die innere Netzgeometrie weniger Spannungen. Weiter nehmen die sogenannten „Festpunkte“ wie alle anderen „normalen“ Beobachtungen auch, an der Ausgleichungsrechnung teil. Dadurch können diese mit Kontrolliertheitswerten belegt werden und es kann das „Data Snooping“ ausgeführt werden. Nach einer Ausgleichungsrechnung wird entschieden, ob die Festpunktkoordinaten (a-priori) beibehalten

⁹² Pelzer, „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung II“ Band 2, S. 196/197, Konrad Wittwer, Stuttgart, 1985

oder die neuen ausgeglichenen Koordinaten (a-posteriori) eingeführt werden. Dabei bietet diese Methode die Möglichkeit Widersprüche aufzudecken, weil sonst Unstimmigkeiten mit in die Beobachtungen einfließen.

5 Das praktische Beispiel der Qualitätsverbesserung in der Gemeinde Liepgarten

5.1 Die Geschichte des Ortes Liepgarten



Abbildung 11: Die Lage der Gemeinde Liepgarten im Landkreis Vorpommern-Greifswald⁹³

Die Gemeinde Liepgarten liegt im östlichen Teil des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern, genauer im Landkreis Vorpommern-Greifswald. Verwaltet wird diese Gemeinde vom Amt Am Stettiner Haff mit Sitz in Eggesin. Zu den Ortsteilen der Gemeinde Liepgarten gehören die Ortschaft Liepgarten, Jädkemühl und Starkenloch.⁹⁴

Die Gemeinde Liepgarten schließt direkt an den südwestlichen Ortsausgang der Stadt Ueckermünde an. Sie erstreckt sich vom Westufer der unteren Uecker bis in die Ueckermünder Heide. Am Rande der Gemeinde Liepgarten liegt die höchste Erhebung zwischen dem Fluss, die Uecker und der Friedländer Großen Wiese der Apothekerberg.

⁹³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Liepgarten>

⁹⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Liepgarten>

Der Ort Liepgarten hat gegenüber anderen Gebieten bzw. Ortschaften eine deutlich längere Geschichte. Die erste Erwähnung erfuhr der Ort im Jahre 1241, namentlich als slawische Siedlung „Lipagor“, was im Deutschen Lindenberg bedeutet. Ab dem Jahr 1270 gehörte die Ortschaft zu der neu gegründeten Stadt Ueckermünde. Ab dem Jahr 1496 war der Ort Liepgarten wieder herzoglicher Besitz. Während des Dreißigjährigen Krieges, der von 1618 bis 1648 dauerte, war der Ort Liepgarten zeitweise unbewohnt. Allerdings erholte sich das gesamte Gebiet in der Folgezeit wieder. Die Bewohner waren in der Landwirtschaft und anderen Erwerbszweigen tätig.⁹⁵

Ab dem 18. Jhdt. wurde im Ort Liepgarten Teer gebrannt und es entstanden am Ende des 19. Jhdt. viele Ziegeleien. Im Jahr 1895, als der Ort Liepgarten 1072 Einwohner hatte, waren in diesem Ort drei Ziegeleien in Betrieb. Bis zum des Zweiten Weltkrieges im Jahr 1939 lebten im Ort Liepgarten einige Familien von der Kahnschifferei. Im Jahr 1933 betrug die Einwohnerzahl des Ortes 1220.⁹⁶

Das Ortsbild Liepgartens hat sich seit der Wiedervereinigung beider deutscher Staaten verändert. Im Jahr 1993 erhielt die alte Pflasterung der Ortsstraße einen neuen Straßenbelag. Außerdem wurden neue Bäume gepflanzt. In der Mitte des Ortes Liepgarten befindet sich eine Kirche, die im 15. Jhdt. erbaut wurde. Ebenfalls erhalten geblieben sind einige Gebäude aus der Gründerzeit, die heute das Ortsbild prägen.

5.2 Bearbeiten des Projekts Liepgarten mit dem Programmsystem Systra bzw. Sysged

Wie bereits in dem Punkt 3.4 mit der Überschrift „Die Dreistufigkeit geometrieverbessernder Maßnahmen“ erwähnt, wird im Landkreis Vorpommern-Greifswald ausschließlich die dritte Stufe hinsichtlich geometrieverbessernder Maßnahmen im Liegenschaftskataster durchgeführt. Da sich das zu bearbeitende Messgebiet für diese Bachelorarbeit in Liepgarten und somit im Landkreis Vorpommern-Greifswald befindet, kann und darf auch nur eine Bearbeitung einer ordnungsgemäßen Liegenschaftsvermessung stattfinden.

Um das Projekt beginnen zu können, lagen zunächst drei Feldbücher aus dem Jahre 1926 vor. Diese Feldbücher wurden 1927 vom damaligen Katasteramt in Ueckermünde rechnerisch geprüft. Diese drei Feldbücher ergeben eine zusammenhängende orthogonale Katastervermessung. Diese Kataster-

⁹⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/Liepgarten>

⁹⁶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Liepgarten>

zahlen müssen in dem Programmsystem Systra eingegeben werden. Weitere Angaben zur Eingabe der Katasterzahlen in das Programmsystem Systra enthält dieses Kapitel.

Mit diesem Programmsystem können orthogonale oder polare Katasterzahlen mit dem Datenbestand, z. B. ALKIS, abgeglichen und überprüft sowie danach in der QL-Datenbank gespeichert werden. Durch die Eingabe der Messwerte in das Programmsystem Systra entsteht eine QL-Datenbank (siehe Abbildung 12). Durch die Ausglei- chung mit dem Programmsystem Systra wird eine Qualitätsanalyse durchgeführt, bei der eventuelle Fehler und Widersprüche geklärt werden.

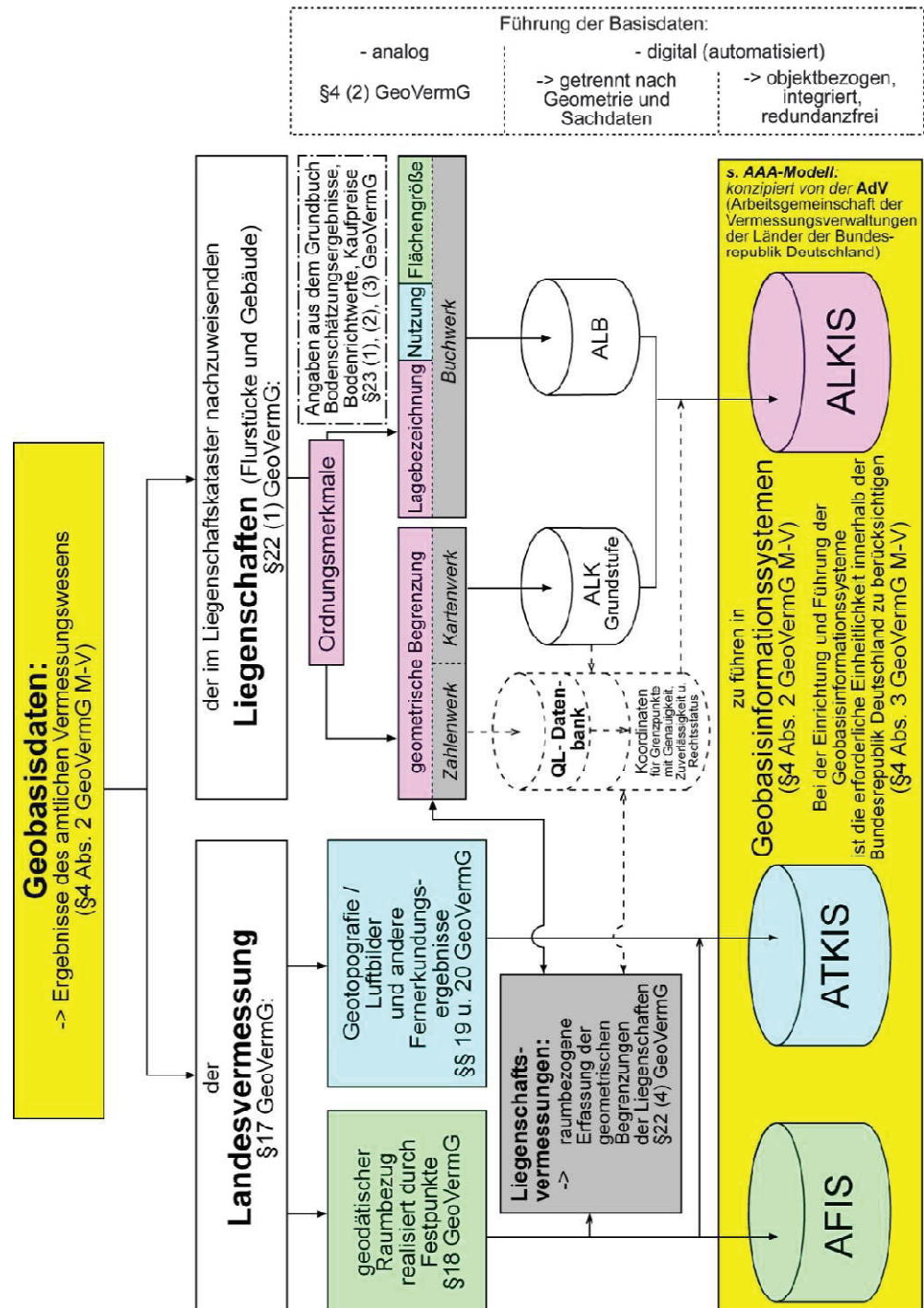


Abbildung 12: Geobasisdatenübersicht in M-V

Um die Katasterzahlen der Fortführungsvermessung von 1926 mit dem Programmsystem Systra überprüfen zu können, ist es erforderlich, dass der aktuelle ALKIS-Datenbestand von der unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörde (uVGB) des Landkreises Vorpommern-Greifswald in Pasewalk bereitgestellt wird, um die Koordinaten der Fest- und Neupunkte in das Programmsystem Systra zu importieren. Der Import einer für das Programmsystem Systra lesbaren Datei erfolgt folgendermaßen. Zunächst wird die ALKIS-Datei, die von der unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörde zur Verfügung gestellt wurde, vom Programmsystem Geograf mit einer Version, das ein 3A-Upgrade besitzt, geöffnet. Diese ALKIS-Datei enthält ein XML-Format und kann durch das Exportieren mit dem Programmsystem Geograf umgewandelt werden. Für das Programmsystem Systra ist z. B. eine PKT-Datei notwendig, da diese vom Programmsystem Systra gelesen bzw. importiert werden kann. Dazu ist beim Exportieren mit dem Programmsystem Geograf die Dateierweiterung .pkt zu wählen.

Es wird die gesamte Datei umgewandelt, die von der unteren Vermessungs- und Geoinformationsbehörde zur Verfügung gestellt wurde. Vor dem Importieren der PKT-Datei in das Programmsystem Systra kann anhand der Importiermöglichkeiten ausgewählt werden, ob die Linien und Punkte importiert und visualisiert werden sollen. Der Import der Linien und Punkte ist zweckmäßig, da sonst nur Punkthaufen zu sehen sein würden.

Erst nach der Ausgleichung mit dem Programmsystem Systra kann eine Aussage zur Genauigkeit, Zuverlässigkeit und eine Übernahme der Katasterzahlen in die QL-Datenbank erfolgen. Nachdem das Importieren der ALKIS-Datei im NAS (Normbasierte Austausch-Schnittstelle)-Format, d. h. die XML-Datei, die ein Datenbankformat ist, vollzogen wurde, kann das Eingeben der Katasterzahlen anhand der Feldbücher von 1926 durchgeführt werden. Ob im vermessungstechnischen Außendienst zusätzliche Vermessungen notwendig sind, kann mit Hilfe des Programmsystems Systra festgestellt werden. Nach Durchsicht des Systra-Protokolls kann erkannt werden, welche einzelnen Grenzpunkte in der Örtlichkeit aufgesucht und aufgemessen werden sollten, um eine Aussage treffen zu können, ob ein Fehler in den Katasterzahlen oder im ALKIS-Datenbestand vorliegt.

Zuerst erfolgt die Eingabe der Katasterzahlen in das Programmsystem Systra. Es wird zunächst die Shell-Anwendungsdatei und danach Sysged gestartet, um den grafischen Teil des Programmsystems zu aktivieren. Dann wird das Projekt Liepgarten geladen.

Um die orthogonalen Katasterzahlen der drei Feldbücher aus dem Jahre 1926 in das Programmsystem Systra eingeben zu können, ist es erforderlich, den Anfangs- und Endpunkt jeder Messungslinie im Grafikfenster von Sysged zu suchen. Es können auch Punkte an- bzw. ausgewählt werden, die bereits ein Abszissen- oder Ordinatenmaß besitzen. Dies ist möglich, wenn die entsprechenden Messwerte in das Fenster (siehe Abbildung 14) eingegeben werden. Es wird auf „Messungslinie er-

zeugen“ bzw. „Abszissen und Ordinaten erzeugen“ in dem geöffneten Sysged-Browser oben in der Symbolleiste des Programms geklickt (siehe Abbildung 13).

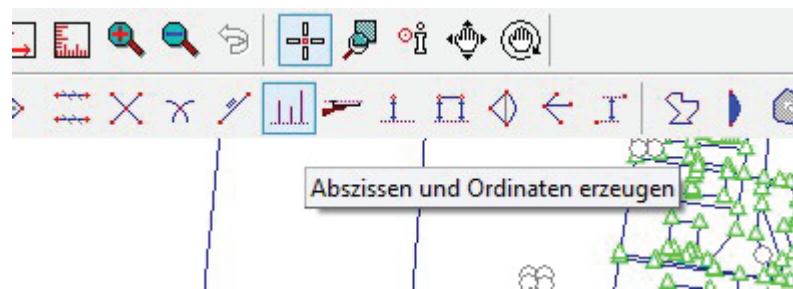


Abbildung 13: Button "Abszisse und Ordinate erzeugen"

In dem geöffneten Fenster kann die erste Messungslinie eingegeben werden. Es wird auf den 0 - Punkt bzw. Startpunkt im Sysged-Browser geklickt. Danach klickt man auf den Endpunkt der Messungslinie. Damit ist eine Messungslinie zunächst erzeugt worden und es können weitere Punkte dieser Messungslinie eingegeben werden.

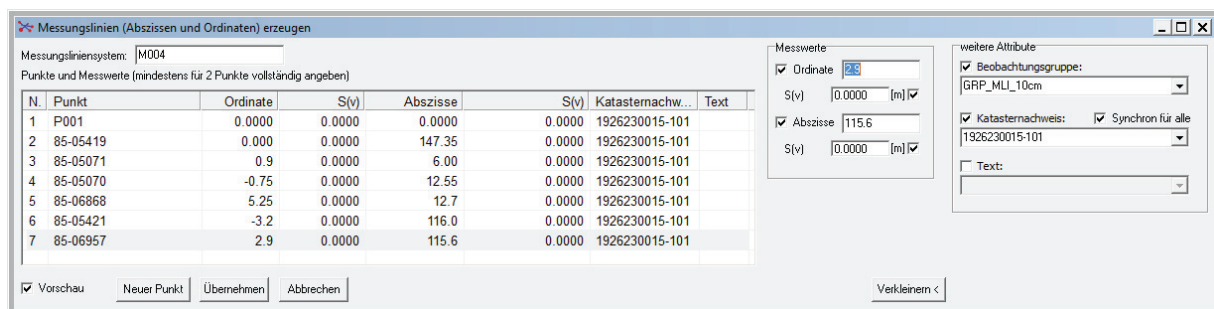


Abbildung 14: Screenshot eines Beispiels für "Messungslinie erzeugen"

Es muss noch eine fortlaufende Messungsliniennummer eingegeben werden (siehe dazu das Beispiel „M004“ im obigen Screenshot in dem Feld Messungsliniensystem). Es wird bei M001 für das Messungsliniensystem 1 oder die Messungslinie 1 begonnen. Außerdem sollte noch die Beobachtungsgruppe gewählt werden. Dies geschieht im geöffneten Fenster „Messungslinie erzeugen“ (siehe dazu auf die rechte Seite der Abbildung 14). In dem zu bearbeitenden Projekt Liepgarten wurde eine Streckenmessgenauigkeit von 10 cm für das stochastische Modell angenommen (siehe auf der rechten Seite des obigen Screenshots in dem Feld „Beobachtungsgruppe“). Das heißt, alle eingegebenen orthogonalen Messwerte und Spannmaße wurde eine Standardabweichung von 10 cm zugrunde gelegt. Allerdings ergab die erste Ausgleichungsberechnung einen Wert von 0,4 für Sigma0, so dass eine Änderung der angenommenen Standardabweichung für sämtliche Beobachtungen vorgenommen werden musste. Anbei sei bemerkt, dass Simga0 die Standardabweichung a priori widerspiegelt, d. h. die Genauigkeit mit der die Ausgleichungsrechnung erfolgte. So bedeutet die Standardabweichung a posteriori die Genauigkeit, die mit der Ausgleichungsberechnung erzielt wird. Im Programmsystem Systra heißt diese Größe S0. Es wird hier ein Fisher-Test durchgeführt, wobei sich die Test-

größe dieses Testes aus dem Quotienten von Sigma0 und S0 ergibt. Der Wert 1 ist hierbei der Erwartungswert für die Testgröße, der in den seltensten Fällen erreicht wird.

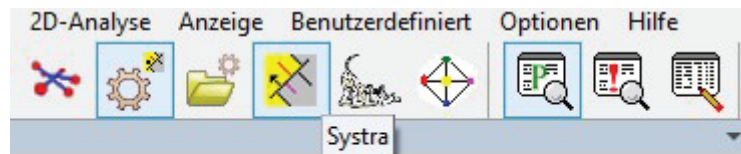


Abbildung 15: Button zum Aktivieren der Berechnung mit dem Programmsystem Systra

Der Wert Sigma0 betrug zunächst 0,4 und veränderte sich, nachdem eine Standardabweichung der eingegebenen Beobachtungen mit 5 cm angenommen wurde, auf 0,7 (siehe Abbildung 16). Dieser Wert für Sigma0 kann beibehalten werden. Der Wert Sigma0 sollte möglichst bei 1 liegen. Ist der Wert für Sigma0 unterhalb von 1, dann ist die Standardabweichung für das stochastische Modell zu groß gewählt worden. Liegt dieser Wert oberhalb von 1, ist die Standardabweichung zu gut geschätzt worden. Gemäß den QL-Erfassungshinweisen ist dabei ein Bereich von 1 cm bis 10 cm plausibel.

```

Strenge Ausgleichung...
Iteration    1  ATPV = 0.4417E-01  VVP = 0.9634E+02
Iteration    2  ATPV = 0.3970E-05  VVP = 0.5539E+02
Abbruchschranke erreicht
Ergebnis
Unbekannte =    198.0
Redundanz   =    120.0
Sigma0      =      0.7

Punktklassifizierung nach Genauigkeit und Zuverlässigkeit...

==> Warnung 01705 : Zuordnungsfehler bei digitalisierten Kanten
und Kreisbögen

Programm - Ende, Systra O.K.

```

Abbildung 16: Ausgleichungsergebnis mit dem Programmsystem Systra

Anschließend sind noch die Rissnummer und die Katasterzahlen anhand der Feldbücher aus dem Jahre 2016 im geöffneten Fenster „Messungslinie erzeugen“ eingetragen worden (siehe dazu in der Abbildung 14 die zweite Zeile auf der rechten Seite „Katasternachweis“).

Die Eingabe der einzelnen Punkte erfolgt über die orthogonalen Maße, Abszissen- und Ordinatenmaße, die im Arbeitsriss für jeden einzelnen Punkt enthalten sind. Die Ordinaten, die links der Messungslinie liegen, erhalten ein negatives Vorzeichen (siehe dazu in die Spalte „Ordinate“ in der Abbildung 14).

In dem zu bearbeitenden Projekt war der Grenzverlauf entlang der Bergstraße in dem Ort Liepgarten herzustellen. Entlang dieser Bergstraße waren außer den orthogonalen Messungen aus dem Jahre 1926 auch Spannmaße zwischen den Grenzpunkten aufgenommen worden, die zur Kontrolle dienten. Diese Spannmaße werden ebenfalls in Sysged eingegeben. Dies erfolgt über folgenden Button (siehe Abbildung 17).



55

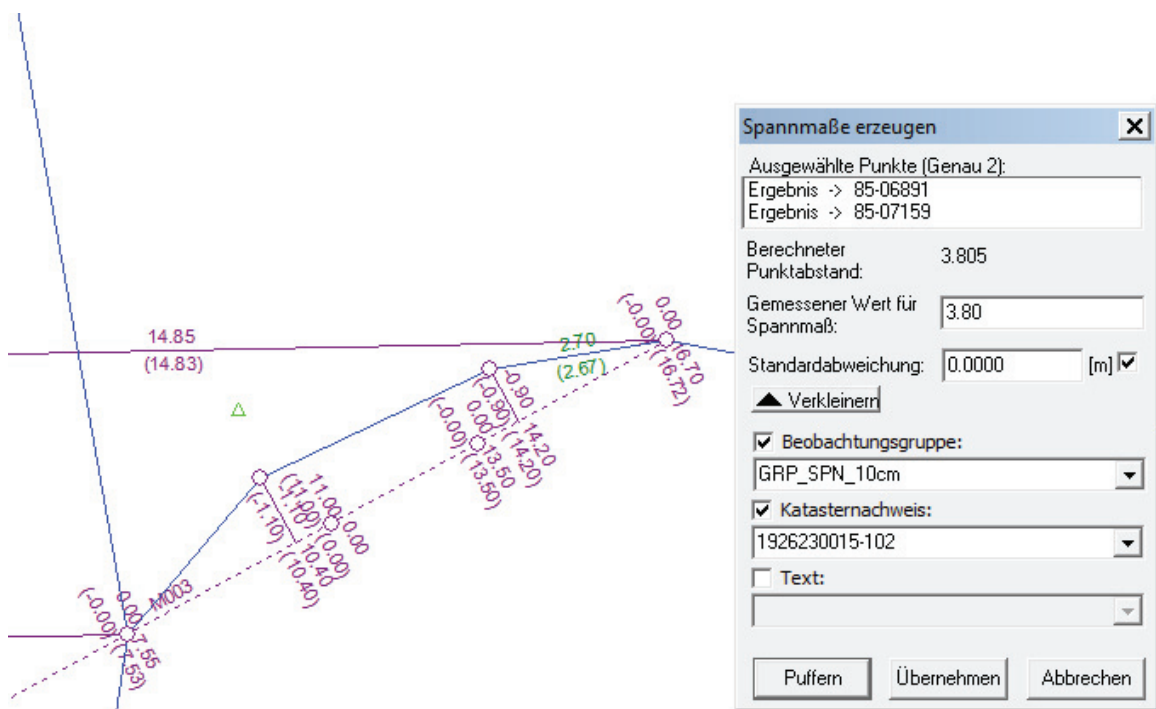


Abbildung 18: Beispiel Spannmaße erzeugen

Bei diesem Beispiel (Abbildung 18) wurde ein Spannmaß östlich der nord-südlich verlaufenden Bergstraße eingegeben. Dazu wurden der Anfangspunkt sowie der Endpunkt im Grafikfenster angeklickt. Daraus kann Sysged den Punktabstand berechnen. Anschließend wird der gemessene Punktabstand eingegeben und daraus resultiert eine Differenz zwischen berechnetem und gemessenem Wert. Zudem sollte bei der Eingabe der Spannmaße auch die Beobachtungsgruppe mit der angenommenen Standardabweichung eingegeben werden. Ebenfalls sind die Rissnummer und die Katasterzahlen der Feldbücher aus dem Jahre 1926 einzugeben.

Nach der Eingabe der orthogonalen Messwerte sowie sämtlicher Messungslinien und Spannmaße in das Projekt Liepgarten sollte noch einmal geprüft werden, ob die Katasterzahlen aus den Arbeitsrissen korrekt eingegeben wurden.

Anschließend sind alle Grenzlängen anhand der Arbeitsrisse einzugeben. Dazu wird die Option „Abstand Punkt-Punkt“ des Programmsystems Sysged verwendet.

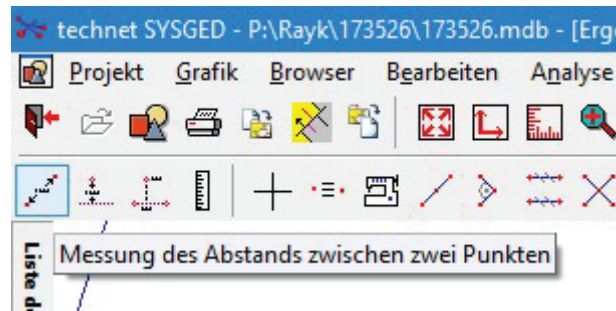


Abbildung 19: Button zum Aufrufen des Fensters "Abstand zwischen zwei Punkten"

Es wird die Funktion per Mausklick ausgelöst (siehe Abbildung 19), so dass sich ein Fenster öffnet und damit zwei Punkte nach einander angeklickt werden und ein berechneter Wert erscheint (siehe Abbildung 20).

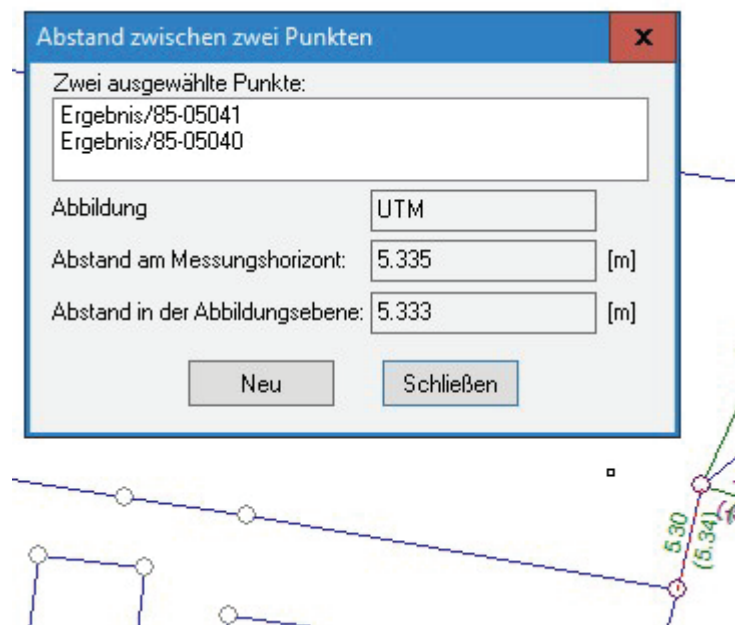


Abbildung 20: Fenster "Abstand zwischen zwei Punkten"

Die berechnete Grenzlänge sollte mit der Grenzlänge in dem jeweiligen Feldbuch verglichen werden. Dabei können gegebenenfalls Mess- oder Eingabefehler erkannt werden.

5.3 Auswertung mit dem Programmsystem Systra und Vorbereitung des vermessungstechnischen Außendienstes

Nachdem das zu bearbeitende Projekt Liepgarten in die Programmsysteme Systra und Sysged eingegeben wurde, kann die Ausgleichsberechnung durchgeführt und das Protokoll ausgewertet werden. Anhand dieses Protokolls können etwaige Abweichungen und Widersprüche zwischen den vor-

handenen Koordinaten des ALKIS-Datenbestandes und den eingegebenen Katasterzahlen anhand der Arbeitsrisse erkannt werden.

Nach Durchführung der Ausgleichsrechnung und dem Betrachten des Ergebnisses fällt auf, dass der Wert Sigma0 mit 9,7 berechnet wurde. Dieser Wert deutet auf einen sehr großen Widerspruch hin (siehe Abbildung 21).

```

Strenge Ausgleichung...
Iteration    1  ATPV = 0.4469E-01  VVP = 0.1122E+05
Iteration    2  ATPV = 0.2801E-03  VVP = 0.1118E+05
Abbruchschranke erreicht
Ergebnis
Unbekannte =    198.0
Redundanz   =    120.0
Sigma0      =      9.7

Punktklassifizierung nach Genauigkeit und Zuverlässigkeit...

*** Es gibt noch Beobachtungsfehler siehe Liste der größten NV.
==> Die Analyse ist noch nicht abgeschlossen.

==> Warnung  01705 : Zuordnungsfehler bei digitalisierten Kanten und
Kreissbögen

Programm - Ende, Systra O.K.

```

Abbildung 21: Ausgleichungsergebnis mit sehr grobem Fehler

Wird in der Protokolldatei die normierte Verbesserung (NV) betrachtet, sind dort zwei hohe NV-Werte vorhanden. Für die Messungslinie M005 beträgt der NV-Wert 104,7 und für die Messungslinie M007 ergibt sich ein NV-Wert von 103,2. Diese großen NV-Werte deuten darauf hin, dass der Schnittpunkt dieser beiden Messungslinien einen groben Fehler besitzt. Betrachtet man in der Protokolldatei die Teilüberschrift „Orthogonale Messwerte“ in der Spalte „GF-X“, stellt man fest, dass auf der Messungslinie M005 bei dem Punkt H004 eine Abweichung von -9,80 m und auf der Messungslinie M007 bei dem Punkt H004 in der Spalte „GF-Y“ ein Fehler von 10,485 m berechnet wurde (siehe Abbildung 22).

Orthogonale Messwerte																
LfdNr	Lokales System	Punktkennzeichen	Abszisse m	S(v) cm	V-X cm	EV-X %	GF-X cm	NV-X	Ordinate m	S(v) cm	V-Y cm	EV-Y %	GF-Y cm	NV-Y	Kat-Nachweis	
57	S	M005	85-05161	113.700	5.0	-61.3	50.1	122.3	17.3***	0.000	5.0	0.3	35.9	-1.0	0.1	1926230015-103
58	S	M005	85-06938	114.100	5.0	-37.9	42.9	88.2	11.6***	6.700	5.0	-6.1	34.6	17.5	2.1	1926230015-103
59	S	M005	H004	124.800	5.0	279.5	28.5	-980.4	104.7***	0.000	5.0	2.9	16.2	-17.7	1.4	1926230015-103
60	S	M005	334593552003248	167.450	5.0	-58.9	68.3	86.3	14.3***	-5.450	5.0	-0.7	45.2	1.5	0.2	1926230015-103
61	S	M005	85-07032	168.300	5.0	-46.9	53.5	87.7	12.8***	1.100	5.0	2.9	43.3	-6.8	0.9	1926230015-103
75	S	M007	85-04699	162.330	5.0	0.0	- unkontrolliert	-	0.000	5.0	0.0	- unkontrolliert	-	-	-	1926230015-103
76	S	M007	85-04698	246.150	5.0	0.0	- unkontrolliert	-	0.000	5.0	0.0	- unkontrolliert	-	-	-	1926230015-103
77	S	M007	85-06994	248.250	5.0	-49.7	24.4	203.6	20.1***	0.000	5.0	81.2	7.5-1082.7	59.3***		1926230015-103
78	S	M007	H004	252.800	5.0	116.9	21.0	-556.1	51.0***	0.000	5.0	-253.7	24.2	1048.5	103.2***	1926230015-103
79	S	M007	85-05030	254.950	5.0	-67.2	21.7	310.4	28.9***	0.000	5.0	172.5	21.6	-798.9	74.2***	1926230015-103

Abbildung 22: erkennbare grobe Fehler in dem Punkt H004

Daher liegt der grobe Fehler wahrscheinlich auf der Messungslinie M005. Bei der genauen Betrachtung des Feldbuchs an dieser Stelle ist anzunehmen, dass bei dem Schnittpunktmaß von 124,8 m an dem Punkt H004 ein 10 m-Fehler vorliegen könnte. Im Riss ist ziemlich eindeutig das Abszissenmaß von 124,8 m an dem Punkt H004 zu lesen. Ob es sich um einen 10m-Fehler handelt, muss noch geprüft werden.

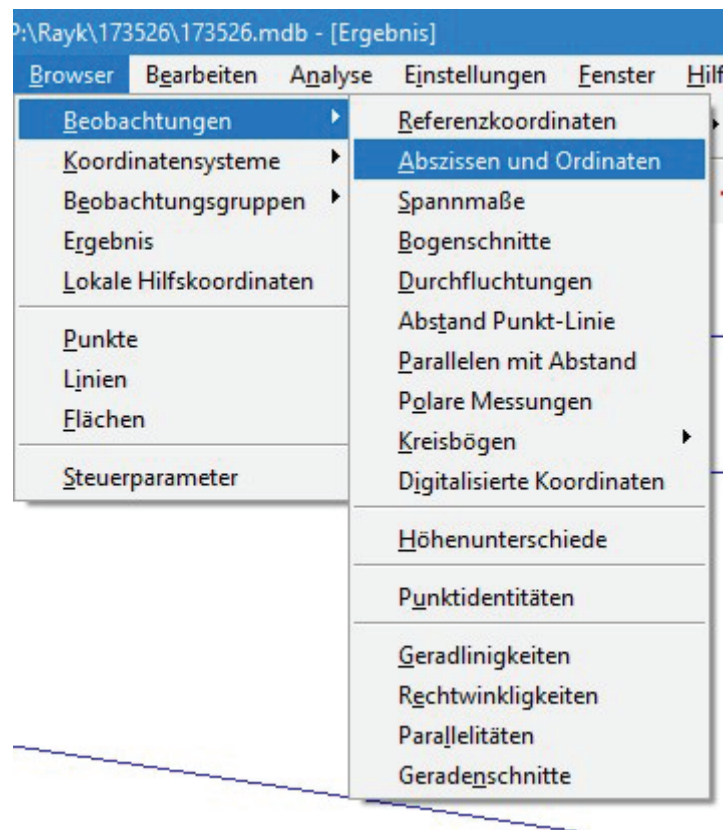


Abbildung 23: Aufrufen der Eingabe der "Abszissen und Ordinaten"

Dies geschieht, indem man die eingegebenen Katasterzahlen über den Browser „Abszissen und Ordinaten“ aufruft (siehe Abbildung 23) und die Eingabe des Abszissenmaßes der Messungslinie M005 verändert (siehe Abbildung 24).

Abszissen und Ordinaten

Bearbeiten

Ansicht

Filter

<

Abbildung 24: Fenster der eingegebenen Katasterzahlen "Abszissen und Ordinaten"

Statt des Maßes 124,8m wurde das Maß 134,8m eingegeben und gespeichert, indem auf Projekt, Export Systra geklickt wird (siehe Abbildung 25).

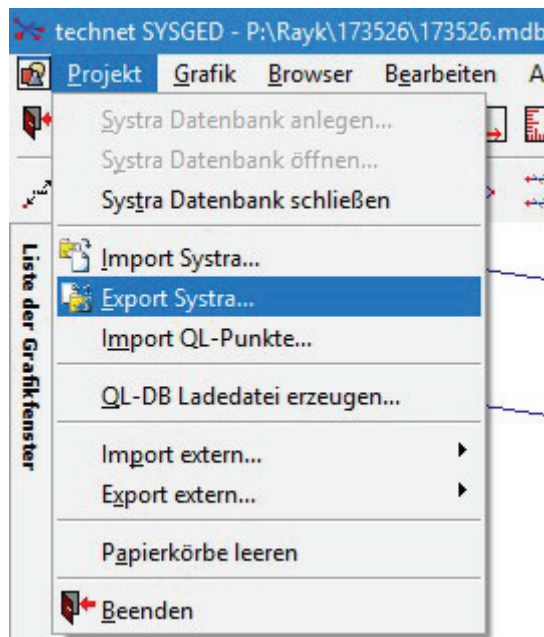


Abbildung 25: Ausführen des Exports von Sysged zum Programmsystem Systra

Danach wird die Ausgleichungsberechnung ausgeführt und das Ergebnis betrachtet. Der Wert Sigma0 beträgt jetzt 0,7. Damit wurde nachgewiesen, dass es sich hier um einen 10 m Fehler handelt. Die größte normierte Verbesserung beträgt jetzt 3,1. Sie betrifft jedoch eine andere Stelle (siehe Abbildung 26).

Größte normierte Verbesserungen

LfdNr	Beobachtungstyp	Katasternachweis	System/Punkt	Punkt/Von Punkt	Nach Punkt	Beobachtung	S(v)	NV()	EV(%)
1	Abszisse	1926230015-103	S	M005	334593552003248	167.450 m	5.0 cm	3.1	68.3
2	Maßstab(XY)	1926230015-103	S	M005	4-PT	0.9995880	25.0 cm/km	2.9	31.8
3	Referenzpunkt(XY)				334593552003248	5952645.151	33435450.605 m	2.0 cm	2.4
4	Referenzpunkt(XY)				334593552003235	5952966.466	33435448.026 m	2.0 cm	1.9
5	Ordinate	1926230015-101	S	M001	85-07104	7.800 m	5.0 cm	1.8	10.3
6	Referenzpunkt(XY)				334593552007213	5952556.788	33435436.566 m	2.0 cm	1.8
7	Referenzpunkt(XY)				334593552007208	5952510.705	33435426.410 m	2.0 cm	1.8
8	Referenzpunkt(XY)				334593552003241	5952717.283	33435445.597 m	2.0 cm	1.7
9	Referenzpunkt(XY)				334593552003234	5952999.992	33435470.017 m	2.0 cm	1.7
10	Spannmaß	1926230015-103			85-05161	334593552007213	35.850 m	5.9 cm	1.7

Abbildung 26: Normierte Verbesserung nach Beseitigung des groben Fehlers

Die jetzt berechnete größte normierte Verbesserung betrifft die Punktnummer 334593552003248 auf der Messungslinie M005 (siehe Abbildung 26). Dieser NV-Wert, konkret beim Abszissenmaß 167,45 m, beträgt 3,1 und liegt damit innerhalb des kritischen Quantils von 3,29. Die Protokolldatei enthält an dieser Stelle eine Verbesserung von 12,6 cm, die genauer zu betrachten ist. Mögliche Gründe und Ursachen können sein, dass in dieser Messungslinie M005 vorgefundene Punkte aus verschiedenen Zeitpunkten vorliegen. Der zu betrachtende Grenzpunkt 334593552003248 stammt zwar aus der Fortführungsvermessung aus dem Jahre 1926 und wurde 1994 in der Örtlichkeit vorgefunden, allerdings sind zwei weitere Grenzpunkte in dieser Messungslinie im Jahr 1994 abgemerkt und ein Grenzpunkt ist wiederhergestellt worden. Beide Vermessungen sind von verschiedenen Vermessungsstellen durchgeführt worden. Vermutlich wurden diese Grenzpunkte aus dem Jahr 1994

mit Hilfe eines Polygonzuges bestimmt. Auf Grund dieser unterschiedlichen Herkunft der Punkte lassen sich die Spannungen in dieser Messungslinie begründen. Die Punktbestimmung durch einen Polygonzug erfolgt in der Regel durch Anschluss an trigonometrische Punkte. Die Lagestandardabweichung für einen Aufnahme- bzw. Polygonpunkt liegt zwischen 5 und 10 cm. Die Lagestandardabweichung für einen TP beträgt ca. 2,5 cm.

Im vermessungstechnischen Außendienst wurde der Grenzpunkt 334593552003248 aufgesucht und mit einer GNSS-Anlage unter Verwendung von SAPOS® aufgemessen. Dabei wurde eine unterirdische Sicherung des Grenzpunktes in Form eines Drainrohres in 50 cm Tiefe vorgefunden (siehe Abbildung 27).



Abbildung 27: Drainrohr des vorgefundenen Punktes 334593552003248

Nachdem die neu bestimmte Koordinate dieses Grenzpunktes in das Systra-Projekt importiert wurde, hat sich der NV-Wert deutlich verbessert (siehe Abbildung 28) und auch die Verbesserung wurde geringer, so dass an dieser Stelle nun geringere Spannungen vorhanden sind. Die Verbesserung des Abszissenmaßes beträgt nach dem Systra-Protokoll 11,9 cm.

Größte normierte Verbesserungen

LfdNr	Beobachtungstyp	Katasternachweis	System/Punkt	Punkt/Von Punkt	Nach Punkt	Beobachtung	S (v)	NV ()	EV (%)
1	Referenzpunkt (XY)			85-06238	5952982.775	33435448.757 m	3.0 cm	3.2	15.9
2	Referenzpunkt (XY)			334593552003234	5952999.992	33435470.017 m	3.0 cm	2.8	10.1
3	Ordinate	1926230015-101	S	M001	85-06238	-3.300 m	5.0 cm	2.1	68.5
4	Ordinate	1926230015-101	S	M001	85-07105	2.800 m	5.0 cm	2.0	42.3
5	Ordinate	1926230015-101	S	M001	85-07104	7.800 m	5.0 cm	2.0	10.3
6	Spannmaß	1926230015-101		85-07105	85-06238	6.200 m	5.2 cm	2.0	44.0
7	Referenzpunkt (XY)			334593552003235	5952966.466	33435448.026 m	3.0 cm	1.9	13.8
8	Abszisse	1926230015-103	S	M005	334593552003248	167.450 m	5.0 cm	1.9	65.5
9	Maßstab (XY)	1926230015-103	S	M005		4-PT 0.9997386	25.0 cm/km	1.9	30.6
10	Ordinate	1926230015-101	S	M001	334593552003234	12.400 m	5.0 cm	1.9	44.1

Abbildung 28: Normierte Verbesserung nach Import der neuen bestimmten Grenzpunktkoordinaten

Eine weitere Überprüfung auf etwaige Abweichungen kann durch einen t-Test erfolgen. Dabei wird die drei Sigma-Regel, d. h. eine Wahrscheinlichkeit von 99,7 %, verwendet. Das heißt, der Faktor drei zwischen der Verbesserung der Referenzkoordinaten und der Standardabweichung der ausgeglichenen Koordinaten der Referenzpunkte darf nicht überschritten werden. Sobald der Grenzwert überschritten wird, ist eine genauere Betrachtung erforderlich, da ein Widerspruch vorliegen könnte. Die entsprechenden Werte zur Überprüfung werden dem Systra-Protokoll entnommen.

Bei dem Projekt Liepgarten wurden mit dem t-Test zwei Ausreißer erkannt. Zum einen handelt es sich um den Punkt 85-06238. Dieser hatte eine Verbesserung von 18,9 cm nach dem Systra-Protokoll und eine Lagestandardabweichung von 4,5 cm. Dieser ergibt nach der Division einen Wert von 4,2. Dieser liegt über den Grenzwert und muss weiter untersucht werden.

Der Punkt mit der Punktnummer 334593552003245 lag deutlich über den Grenzwert von 3. Die Verbesserung der Referenzkoordinate betrug 79,4 cm und die Lagestandardabweichung 4,0 cm. Das ergibt einen Wert von 19,85.

Die Herangehensweise kann bei diesen großen Abweichungen folgendermaßen durchgeführt werden. Nachdem die großen Abweichungen über den t-Test erkannt wurden, sollten die Eingaben der Abszissen- und Ordinatenmaße sowie der Spannmaße überprüft werden, ob bei der Vermessung aus dem Jahre 1926 oder bei der Vermessung aus dem Jahr 1994 grobe Fehler vorhanden sind. Dazu können die Beobachtungen oder die Koordinaten abwechselnd stochastisch abgeschaltet werden, indem die Standardabweichung der Beobachtungen auf 99,99 m gesetzt wird. Damit kann geprüft werden, ob grobe Fehler vorhanden sind, wie z. B. ein Meterfehler oder ein Vorzeichenfehler. Solch ein Fehler konnte hier nicht festgestellt werden.

Als nächstes sollten eventuelle Widersprüche in den orthogonalen Messwerten anhand des Systra-Protokolls überprüft werden. Es wurden dabei keine Widersprüche in dem Systra-Protokoll erkannt.

Abschließend erfolgte noch eine Überprüfung der Referenzkoordinaten entsprechend ihrer im Systra-Protokoll angegebenen Verbesserung. Bei dieser Überprüfung wird die Lageabweichung des vorhandenen Referenzpunktes aus dem ALKIS-Datenbestand mit dem eingegebenen Grenzpunkt aus der Messung von 1926 berechnet. Dadurch, dass der t-Test bei dem Punkt 334593552003245 fast um

den Faktor 20 verletzt wurde, ist anzunehmen, dass die beiden Grenzpunktkoordinaten aus den beiden Zeitpunkten 1926 und 1994 nicht übereinstimmen und somit nicht identisch sind. Zumal die Abmarkung dieses Grenzpunktes in der Örtlichkeit aus dem Jahr 1994 nicht gefunden wurde, obwohl diese Abmarkung nach dem Fortführungsriß aus dem Jahr 1994 neu gesetzt wurde.

Auf Grund der Tatsache, dass diese beiden Punkte als nicht identisch anzusehen sind, ist das Aufsuchen und Aufmessen des Grenzpunktes 334593552003245 nicht notwendig, da somit nur die Vermessung aus dem Jahre 1994 überprüft werden könnte und nicht die Messung aus dem Jahre 1926. Weil die Vermessung aus dem Jahr 1926 durchgreifende Kontrollen enthält, z. B. Spannmaße, wird diese Vermessung und nicht die Vermessung aus dem Jahr 1994 verwendet. Bei der Vermessung aus dem Jahre 1994 wurden keine Kontrollmaße gemessen. Außerdem wurde die Herkunft der verwendeten Maße der Vermessung aus dem Jahr 1994 nicht nachvollziehbar.

Auf Grund der Verletzung des t-Tests des Punktes 85-06238 wurde dieser im vermessungstechnischen Außendienst aufgesucht und aufgemessen. Bei diesem Punkt wurde ein Drainrohr vorgefunden und zwar 80 cm tief unter der Erdoberfläche (siehe Abbildung 29). Der Punkt 334593552003248 und Punkt 85-06238 wurden am selben Tag in der Örtlichkeit aufgesucht und mit der GNSS-Anlage unter der Verwendung von SAPOS® aufgemessen. Die Lagegenauigkeit der mehrfach aufgemessenen Punkte darf gemäß SatLiVermVV M-V vom 26. Februar 2008 1 bis 2 cm nicht überschreiten, daher werden die nachträglich importierten Koordinaten aus dem vermessungstechnischen Außendienst gemäß den Erfassungshinweisen mit 3 cm Lagestandardabweichung eingefügt (siehe Abbildung 28).

Nachdem der Punkt 85-06238 nach der Aufmessung in das Systra-Projekt importiert wurde, sind sowohl die normierte Verbesserung als auch der t-Test betrachtet worden. Jetzt wird der t-Test für diesen Punkt nicht mehr verletzt. Für die Verbesserung der Referenzkoordinaten wurde der Wert 2,8 cm und für die Lagestandardabweichung der ausgeglichenen Koordinaten der Referenzpunkte der Wert 1,9 cm berechnet. Somit liegt dieser Wert bei Division von 2,8 und 1,9 deutlich unter dem Grenzwert von drei.

Auch hinsichtlich der normierten Verbesserung wurde das Quantil von 3,29 mit dem Wert von 3,2 nicht erreicht (siehe Abbildung 28). Da der Grenzwert geringfügig unterschritten wird, ist auch dieser Individualtest nicht verletzt worden.



Abbildung 29: Drainrohr des vorgefundenen Punktes 85-06238

5.4 Zusammenfassung

Somit ist abschließend festzuhalten, dass es in dem zu bearbeitenden Projekt Liepgarten insgesamt vier Widersprüche gab. Ein Schreibfehler von 10 m und ein Koordinatenpaar von zwei Punkten mit derselben Punktnummer, die etwa 80 cm auseinander lagen und somit nicht identisch waren, weil sie aus zwei Zeitpunkten stammen. Ein Widerspruch, der mit Hilfe der normierten Verbesserung aufgedeckt werden konnte und nach dem vermessungstechnischen Außendienst geklärt wurde. Ein weiterer Widerspruch, der mit Hilfe des t-Testes aufgedeckt wurde, ist ebenfalls nach dem vermessungstechnischen Außendienst geklärt worden.

6 Fazit und Ausblick

Aus Sicht des zu bearbeitenden Projekts lässt sich feststellen, dass eine Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern noch weiter entwickelt werden sollte. Da die QL-Entwurfsphase noch nicht abgeschlossen ist, sollte ein endgültiger Ablauf einer solchen Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster in die QL-Erfassungshinweise aufgenommen werden. So ist bei kleinen Projekten und bei sogenannten Mini QL-Verfahren ein guter Überblick möglich. Bei größeren Projekten, die eine sehr große Fläche beinhalten, kann eine Bearbeitung sehr komplex und auch unübersichtlich werden. Auch die Bearbeitung mit polaren Messwerten mit dem Programmsystem Systra kann zu Problemen führen, so dass diese Bearbeitung schwieriger wird. Das Programmsystem Systra ist für orthogonale Messwerte gut geeignet. Ebenfalls bedarf es der Klärung, ob und wie die Entstehungsvermessungen in so einem Projekt zu kennzeichnen sind. Bei dem Projekt Liepgarten sind keine technischen oder rechtlichen Probleme hinsichtlich des Ablaufs einer Qualitätsverbesserung im Liegenschaftskataster aufgetreten.

7 Anhang

7.1 Quellenverzeichnis

- „Veränderungen der Geobasisinformationen - ein Rückblick auf die letzten 25 Jahre im Liegenschaftskataster“, Erich G. Wieser, Sonderbeitrag 125 Jahre avn, Allgemeine Vermessungsnachrichten, Ausgabe 8-9 2014
- „Rechts- und Verwaltungsvorschriften des preußischen Grundsteuerkatasters 1820 - 1945 : über 180 Jahre preußisches Kataster auf dem Gebiet der ehemaligen westlichen Provinzen der preußischen Monarchie ; über 135 Jahre preußisches Kataster auf dem Gebiet der ehemaligen östlichen Provinzen der preußischen Monarchie“, Bernhard Wittstock., 1. Auflage, Berlin, Pro Business, 2001
- „Prioritäten im Liegenschaftskataster Mecklenburg-Vorpommern“ (LiKatVV M-V) vom 6. November 2008
- „Prioritäten im Liegenschaftskataster Mecklenburg-Vorpommern“ (LiKatVV M-V) vom 16. Januar 2016
- „QL - Erfassungshinweise_MV“, Entwurfsstand 18.12.2017
- „Qualitätsanalyse von Katasterzahlen“ vom 17.11.2016, Seminar der Gesellschaft zur Förderung der Geodäsie an der Hochschule Neubrandenburg e. V.
- „Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichsrechnung“ vom 5. März 2009, Karl Foppe, Neubrandenburg,
- Köster, Präsentation: „Qualitätsparameter in der Ausgleichsrechnung“, GFG-Seminar, Hochschule Neubrandenburg, 10.01.2019
- „Qualitätsuntersuchungen bei der Anwendung der Ausgleichsrechnung bei Liegenschaftsvermessungen am Beispiel eines Polygonnetzes und einer Gebäudeeinmessung“, Bachelorarbeit von Juana Stieber, Neubrandenburg, Juli 2016
- „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung“, Teil 2, Hans Pelzer, Stuttgart, Wittwer, 1985

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Karte des dt. Kaiserreiches (1871 - 1918)	3
Abbildung 2: Deutschland nach dem 1. Weltkrieg (1918 - 1937)	7
Abbildung 3: Grafik zur Einrichtung der ALK	11
Abbildung 4: Digitale Führung des Liegenschaftskatasters	13

Abbildung 5: Trigonometrischer Punkt	26
Abbildung 6: Polygonpunkt / Aufnahmepunkt	27
Abbildung 7: freie Netzausgleichung - Gesamtspurminimierung	45
Abbildung 8: freie Netzausgleichung - Teilspurminimierung	46
Abbildung 9: zwangsfreie Netzausgleichung	46
Abbildung 10: Netzausgleichung unter Zwang	47
Abbildung 11: Die Lage der Gemeinde Liepgarten im Landkreis Vorpommern-Greifswald ..	49
Abbildung 12: Geobasisdatenübersicht in M-V	51
Abbildung 13: Button "Abszisse und Ordinate erzeugen"	53
Abbildung 14: Screenshot eines Beispiels für "Messungslinie erzeugen"	53
Abbildung 15: Button zum Aktivieren der Berechnung mit dem Programmsystem Systra	54
Abbildung 16: Ausgleichungsergebnis mit dem Programmsystem Systra	54
Abbildung 17: Button zum Eingeben von Spannmaßen	55
Abbildung 18: Beispiel Spannmaße erzeugen	56
Abbildung 19: Button zum Aufrufen des Fensters "Abstand zwischen zwei Punkten"	57
Abbildung 20: Fenster "Abstand zwischen zwei Punkten"	57
Abbildung 21: Ausgleichungsergebnis mit sehr grobem Fehler	58
Abbildung 22: erkennbare grobe Fehler in dem Punkt H004	58
Abbildung 23: Aufrufen der Eingabe der "Abszissen und Ordinaten"	59
Abbildung 24: Fenster der eingegebenen Katasterzahlen "Abszissen und Ordinaten"	59
Abbildung 25: Ausführen des Exports von Sysged zum Programmsystem Systra	60
Abbildung 26: Normierte Verbesserung nach Beseitigung des groben Fehlers	60
Abbildung 27: Drainrohr des vorgefundenen Punktes 334593552003248	61
Abbildung 28: Normierte Verbesserung nach Import der neuen bestimmten Grenzpunktkoordinaten	62
Abbildung 29: Drainrohr des vorgefundenen Punktes 85-06238	64

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestandteile des preußischen Grundsteuerkatasters	8
--	---

Tabelle 2: Festlegung der prioritären Bearbeitungsbereiche	24
Tabelle 3: Kodierung der Beobachtungen	29
Tabelle 4: Beobachtungstypen (B)	29
Tabelle 5: Beobachtungstyp	30
Tabelle 6: Kontrollierbarkeit der Messwerte	42
Tabelle 7: Maximale Anzahl der Datumsdefekte und freien Datumparameter bei typischen Netzen	44

7.4 Formelverzeichnis

Formel 1: Ausgleichungsprinzip der L2-Norm	33
Formel 2: Ausgleichungsansatz Gauß-Markov-Modell	33
Formel 3: Ausgleichungsansatz Gauß-Helmert-Modell	34
Formel 4: Ausgleichungsansatz bedingter Beobachtungen	34
Formel 5: Beobachtungsvektor	34
Formel 6: genäherte Unbekannten	35
Formel 7: genäherte Beobachtungen	35
Formel 8: gekürzte Beobachtungen	35
Formel 9: nichtlineare Verbesserungsgleichungen	36
Formel 10: Konfigurations- bzw. Designmatrix	36
Formel 11: linearisierte Verbesserungsgleichungen	37
Formel 12: Kovarianzmatrix	37
Formel 13: Kofaktormatrix der Beobachtungen	37
Formel 14: Gewichtsmatrix	38
Formel 15: Normalgleichungsmatrix	38
Formel 16: Absolutgliedvektor	38
Formel 17: Inversion der Normalgleichungsmatrix	38
Formel 18: ausgeglichene gekürzte Unbekannte	39
Formel 19: Verbesserungen	39

Formel 20: ausgeglichene gekürzte Beobachtungen	39
Formel 21: ausgeglichene Beobachtungen	39
Formel 22: ausgeglichenen Unbekannten	39
Formel 23: Ausgleichungsprobe	39
Formel 24: Varianz der Gewichtseinheit	40
Formel 25: Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten	40
Formel 26: Kofaktormatrix der ausgeglichenen Unbekannten	40
Formel 27: Kofaktormatrix der Verbesserungen	40
Formel 28: Redundanzanteil	41
Formel 29: normierte Verbesserung	42
Formel 30: grober Fehler	43
Formel 31: Einfluss eines eventuellen groben Fehlers	43