



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Landschaftswissenschaften und Geomatik

Bachelorstudiengang Geodäsie und Messtechnik

Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters in der Gemarkung Lieberose

Bachelorarbeit

Vorgelegt von: ***Pascal Mietke***

Zum Erlangen des akademischen Grades

„Bachelor of Engineering“ (B.Eng.)

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

M. Eng. Uwe Köster

Eingereicht am : 11. Juni 2021

URN : urn:nbn:de:gbv:519thesis 2021-0132-1

Kurzfassung

Seit der erfolgreichen Einrichtung der Automatisierten Liegenschaftskarte im Jahr 2006 durch das Projekt FALKE und dem Erlass zu vordringlichen Arbeiten für das amtliche Vermessungswesen (Prioritätenerlass II) vom 22. Dezember 2006 ist die geometrische Verbesserung der digitalisierten Liegenschaftskarte priorisierte Arbeit der Katasterbehörden des Landes Brandenburg. Die Bachelorarbeit befasst sich mit der Geometrieverbesserung des Liegenschaftskatasters nach dem QL-Leitfaden des Prioritätenerlasses III.

Sie stellt die geschichtliche Entwicklung des Liegenschaftskatasters und deren Beziehungen zur Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskarte dar. Dabei wird auf die in den Behörden der Katasterverwaltung Brandenburg benutzte Anwendungssoftware zur Ausgleichung „Systra“ eingegangen. Außerdem wird im Rahmen des Projektes geprüft, welchen Einfluss zusätzlich im vermessungstechnischen Außendienst bestimmte Passpunkte auf das Ausgleichungsergebnis haben.

Abstract

Since the successful establishment of the automated real estate map in 2006 by the FALKE project and the decree on urgent work for official surveying (Prioritätenerlass II) of December 22, 2006, the geometric improvement of the digitized real estate map has been prioritized work by the cadastral authorities of the state of Brandenburg. The bachelor thesis deals with the geometry improvement of the real estate cadastre according to the QL guidelines of the “Prioritätenerlass III” of May 4, 2015.

It shows the historical development of the real estate cadastre and its relationship to improving the quality of the real estate map. The application software used by the authorities of the Brandenburg cadastral administration adjustment “Systra” is discussed. In addition, the project examines what influence certain control points in the surveying field service have on the adjustment result.

Schlagwörter

Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskataster, Systra, Ausgleichsrechnung, Brandenburg, Landkreis Dahme – Spreewald, geschichtliche Entwicklung des Liegenschaftskatasters

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit eigenständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Textpassagen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Lübben,

Pascal Mietke

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denjenigen Danken, die mich während meines Studiums begleiteten, unterstützten und motivierten.

Ein besonderer Dank richtet sich an meine beiden Prüfer Herr Rebenstorf als Erstprüfer und Herr Köster als Zweitprüfer. Für die Betreuung und Begutachtung sowie die hilfreichen Anregungen möchte ich mich bedanken. Sie standen mir immer mit Rat zur Seite und konnten selbst während der anhaltenden Pandemie immer Lösungen finden.

Weiterhin möchte ich mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Vermessungs- und Katasterverwaltung des Landkreises Dahme-Spreewald bedanken. Sie stellten mir das Projekt sowie alle Arbeitsmaterialien zur Verfügung, begleiteten mich hindurch und stellten sich stets offen meinen Fragen.

Ein herzliches Dankeschön gilt meiner Familie, meiner Freundin und meinen Freunden. Sie begleiteten mich mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft durch meinen Prozess des Schreibens.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Abstract	I
Schlagwörter	II
Eidesstattliche Erklärung	III
Danksagung	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Einführung	1
1 Der Landkreis Dahme-Spreewald	1
2 Die Verwaltung des Landkreises Dahme-Spreewald (LDS)	2
2.1 Organigramm des LDS	2
2.2 Das Kataster- und Vermessungsamt des LDS	3
2.3 Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters	5
3 Das AFIS – ALKIS – ATKIS – Modell (AAA – Modell).....	7
3.1 Amtliche Festpunktinformationssystem (AFIS).....	7
3.2 Das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)	8
3.2.1 ALKIS – Komponenten	8
3.2.2 Erfassungs- und Qualifizierungskomponente (EQK)	8
3.2.3 Datenhaltungskomponente (DHK).....	9
3.2.4 Auskunft- und Präsentationskomponente (APK)	9
3.3 Das Amtliche Topographische Kartographische Informationssystem (ATKIS).....	10
4 Zur Geschichte der Stadt Lieberose	12
5 Die Geschichtliche Entwicklung des Liegenschaftskatasters im Land Brandenburg....	16
5.1 Das Grundsteuerkataster in den Preußischen Provinzen 1810-1861	17
5.2 Das Eigentumskataster ab 1872	21
5.3 Das Mehrzweckkataster ab 1918	21
5.3.1 Weiterführung des preußischen Grundsteuerkatasters und die Einführung des Reichkatasters	21
5.3.2 Die Organisation des deutschen Katasterwesens durch die Sowjetische Militäradministration in Deutschland (SMAD) ab 1945	26
5.3.3 Die Bodenreform der Sowjetischen Besatzungszone 1945 – 1949	27
5.3.4 Das Einheitskataster ab dem Jahr 1949	30
5.3.5 Das Vermessungswesen der DDR ab dem Jahr 1949.....	31
5.4 Basisinformationssysteme ab dem Jahr 1977	33

5.4.1	Die Computergestützte Liegenschaftsdokumentation (COLIDO) 1977 - 1990 ..	33
5.4.2	Das Vermessungswesen des Landes Brandenburg ab dem Jahr 1990	34
5.4.3	Das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB) und die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) im Land Brandenburg ab dem Jahr 1990.....	35
6	Die Ausgleichsrechnung	38
6.1	Klassifizieren von Fehlern	39
6.1.1	Grobe Fehler.....	39
6.1.2	Zufällige Abweichungen – Messungengenauigkeiten.....	40
6.1.3	Systematische Abweichung.....	41
6.1.4	Zuordnungsfehler	42
6.1.5	Truncation Error – Fehler durch Stellenabbruch	43
6.2	Der Ausgleichsalgorithmus	44
6.2.1	Aufstellen des funktionalen Modells	44
6.3	Das stochastische Modell	47
6.4	Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsbeurteilungen der Messung durch die Ausgleichsrechnung.....	52
6.4.1	Der Globaltest der Ausgleichsrechnung – globale Genauigkeit.....	54
6.5	Ellipsen in der Ausgleichsrechnung – lokale Genauigkeit	55
6.6	Der Punktfehler	57
6.7	Redundanzanteile als Beurteilung der Zuverlässigkeit	58
Projekt	60
7	Die Vorbereitung des Systra Projektes.....	60
7.1	Die Vorbereitung und Würdigung der Vermessungsunterlagen.....	60
7.2	Die Würdigung der vorhandenen Referenzpunkte	63
8	Verwendete Programmsysteme.....	65
8.1	Systra	65
8.1.1	SystraShell – Projektverwaltung.....	65
8.1.2	SysGed – Graphische Editor	67
8.1.3	SysPlan – Analysegrafik	67
8.2	KIVID	68
8.3	Citrix Virtual Apps	69
9	Projektbearbeitung.....	70
9.1	DAVID – EQK Antragserstellung und Reservierungen	70
9.2	KIVID QL – Basisprojekt	73
9.3	Bearbeitung des Systra Projektes	74

9.3.1	Beobachtungen	74
9.3.2	Beobachtungsgruppen	75
9.3.3	Eingabe einer Beobachtung	76
9.3.4	Fehlersuche – „Data Snooping“ am praktischen Beispiel	80
10	Vermessungstechnischer Außendienst	86
10.1	Einteilung des Messgebietes	86
10.2	Auswahl der zu untersuchenden Grenzpunkte	87
10.3	Die Probleme zwischen der Straßenmessung FR 52 aus dem Jahr 1875 und dem Zahlenwerk der Bodenreform aus dem Jahr 1947	88
10.4	Einfluss von Passpunkten auf das Ausgleichsergebnis	91
	Fazit	100
11	Schlussbetrachtung	100
	Verzeichnisse	104
12	Abbildungsverzeichnis	104
13	Tabellenverzeichnis	106
14	Formelverzeichnis.....	107
	Literatur	109
15	Literaturverzeichnis	109
16	Internetquellen.....	111

Anlage I „Prioritätenerlass III – Anlage 3 – Erfassungshinweise“ des Landes Brandenburg - Zusammenstellung der historischen Vorschriften hinsichtlich Ihrer Qualität und Genauigkeit

Anlage II Qualifizierung der Altpunkte im QL – Projektgebiet Lieberose

Einführung

1 Der Landkreis Dahme-Spreewald

Der Landkreis Dahme-Spreewald liegt im südöstlichen Teil des Landes Brandenburg. Er umfasst eine Fläche von ca. 2274 km² mit rund 171.000 Einwohnern. Die Kreisstadt ist der staatlich anerkannte Erholungsort Lübben (Spreewald), in der sich auch das Kataster- und Vermessungsamt befindet (Wikipedia, 2020).

Schon vor dem Jahr 1945 gab es die Landkreise Lübben und Luckau mit den gleichlautenden Kreisstädten. Königs Wusterhausen gehörte in dieser Zeit zum Landkreis Teltow. Nach der Gründung der DDR im Jahr 1949 wurde

das Gebiet des Landes Brandenburg im Jahr 1952 in Bezirke gegliedert. Die Kreise Lübben und Luckau gehörten zum Bezirk Cottbus. Der Landkreis Königs Wusterhausen gehörte zum Bezirk Potsdam. In der Wendezeit 1989/1990 wurden die Bezirksstrukturen durch das Gesetz über die Selbstverwaltung der Gemeinden und Landkreise in der DDR (Kommunalverfassung vom 17.05.1990) geändert. Im neuen Bundesland Brandenburg bestanden die Landkreise Lübben, Luckau und Königs Wusterhausen zunächst weiter. Mit der Kreisgebietsreform Ende 1993 wurden die drei bisherigen Landkreise unter Einschluss der Gemeinden Telz (Altkreis Zossen) und Wernsdorf (Altkreis Fürstenwalde) sowie der Stadt Lieberose und den Gemeinden Blasdorf, Doberburg, Goschen, Jamlitz, Leeskow, Plattkow, Speichrow, Trebitz und Ullersdorf zum Landkreis Dahme-Spreewald zusammengeschlossen.



Abbildung 1-1: Landkreis Dahme - Spreewald (Wikipedia, 2020)

Das Kataster- und Vermessungsamt ist dem Dezernat V - Verkehr, Bauwesen und Umwelt zugeordnet, Dezernentin ist Frau Heike Zettwitz. Amtsleiter sind, wie der Name schon sagt, Leiter eines Querschnitt- oder Fachamtes. Querschnittsämter befassen sich hauptsächlich mit innerbetrieblichen Angelegenheiten. Zum Beispiel das Hauptamt, welches zuständig ist für die Beschaffung von Büromaterial, Wartung der PC-Arbeitsplätze oder Bewertung von Stellen. Fachämter dagegen haben in der Regel Außenwirkung, also Kontakt mit dem Bürger, wie das Kataster- und Vermessungsamt unter der Leitung von Jürgen Kuse (siehe Abbildung 2-1: Organigramm der Verwaltung des LDS: Stand 01.01.2020 .

2.2 Das Kataster- und Vermessungsamt des LDS

Die einzelnen Ämter sind in Sachgebiete gegliedert, denen Sachgebietsbeziehungsweise FachbereichsleiterInnen vorstehen. Die Mitarbeiter sind Sachbearbeiter. Das Kataster- und Vermessungsamt gliedert sich in drei Sachgebieten wie folgt:

- Liegenschaftskataster
 - Benutzung und Archiv
 - Prüfung und Fortführung

- Vermessung und Geobasisdaten
 - Vermessung Außendienst
 - Geobasisdaten und Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters

- Wertermittlung und Bodenordnung

Die geometrische Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters, in der das zu bearbeitende Projekt durchgeführt wird, ist Aufgabe des Sachgebietes Vermessung und Geobasisdaten. Die wichtigste Aufgabe des amtlichen Vermessungswesens ist die Erfassung, Verwaltung und Bereitstellung von Geobasisdaten in einem einheitlichen Raumbezug definierten Bezugssystem (vgl. § 5 Aufgaben,

Brandenburgisches Vermessungsgesetz – (BbgVermG, 2009)). Diese beschreiben die Liegenschaften (Flurstücke und Gebäude) mit ihren grundstücksgleichen Rechten und die Topografie. Sie werden benötigt, um damit Geofachdaten zu verknüpfen und präsentieren zu können. Die Geobasisdaten werden im Amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®) geführt. Mehr über den Aufbau der ALKIS-Datenbank sind dem Kapitel 4. ALKIS – Komponenten zu entnehmen.

ALKIS® ist das Datenbankmodell, welches aus der Integrierung der automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und dem automatisierten Liegenschaftsbuch entstand. Im Land Brandenburg wurde ALKIS® Anfang des Jahres 2013 als ein Projekt der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) eingeführt.

Die Aufgaben der Katasterbehörden sind im § 26 Abs. 2 des Brandenburgischen Vermessungsgesetz aufgeführt (BbgVermG, 2009). Dazu gehören :

- Erfassung der Geobasisdaten der Liegenschaften, Ermittlung der Grenzen, amtliche Bestätigung der Grenzen und Widmung der Grenzzeichen,
- Führung der Geobasisdaten der Liegenschaften,
- Mitwirken bei der Erfassung der Geobasisdaten des Raumbezugs und der Landschaft mit,
- Bereitstellung der Geobasisinformationen; die Katasterbehörden stellen landesweit Geobasisinformationen der Liegenschaften in analoger Form bereit, sofern sie im automatisierten Abrufverfahren auf das Geobasisinformationssystem zugreifen können.

Die vordringlichen Arbeiten für das Liegenschaftskataster sind im Prioritätenerlass III des Innenministeriums des Landes Brandenburg vom 04. Mai 2015 geregelt und umfassen folgende 4 Punkte (Ministerium des Inneren und für Kommunales, 2016):

1. Reduzierung bzw. Beibehaltung der Vorbereitungs- und Übernahmezeit
2. Abstimmung der Geobasisdaten an der Landesgrenze

3. Geometrieverbesserung der Liegenschaftskarte

4. Erfassung weiterer notwendiger Unterlagen im Automatisierten Nachweissystem (ANS)

2.3 Qualitätsverbesserung des Liegenschaftskatasters

Das Problem besteht darin, dass der Datenbestand in ALKIS, der durch die Digitalisierung der analogen Flurkarten mit unterschiedlichen Maßstäben, die bei der Einrichtung des preußischen Grundsteuerkatasters entstanden sind, in der Regel grafische Genauigkeit hat. Einzelheiten zur Entstehung des preußischen Grundsteuerkatasters sind dem Kapitel 5.1 zu entnehmen. Sofern noch keine Fortführungsvermessungen ausgeführt wurden, sind diese Genauigkeiten für den Nutzer meist nicht ausreichend. Daher ist es notwendig, unter Beachtung katasterrechtlicher Aspekte, des Offenkundigkeitsprinzips und des öffentlichen Glaubens des Grundbuchs eine Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskarte mit Angabe punktbezogener Qualitätsangaben herbeizuführen. Die zu erreichende Qualitätsverbesserung richtet sich dabei nach der Qualität des vorhandenen Zahlenwerks. Hier ist zwischen drei Optionen zu unterscheiden (Ministerium des Inneren und für Kommunales, 2016):

- a. Gebiete mit Zahlennachweis
- b. Gebiete, deren Unterlagen vernichtet wurden
- c. Sonstige Gebiete, in denen Zahlenwerk nicht vorliegt

Bei dem zu bearbeitenden Projekt handelt es sich um ein Gebiet, in dem ein Zahlennachweis vorhanden ist. Ziel ist es nun, die Übereinstimmung zwischen dem Zahlennachweis und der Liegenschaftskarte herzustellen. Dies soll im Rahmen des QL-Projektes unter Einsatz des Programmsystems Systra erfolgen.

Die Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskarte soll in Gebieten stattfinden, in denen die Fortführung regelmäßig durch die geringe geometrische Qualität der Liegenschaftskarte erschwert und verzögert wird. Hierfür haben die Katasterämter

unter Berücksichtigung der beschriebenen Qualitätsmerkmale und der vorliegenden fachlichen Gegebenheiten Zeitpläne aufzustellen, die den Abschluss der angestrebten Qualitätsverbesserung darstellen sollen.

3 Das AFIS – ALKIS – ATKIS – Modell (AAA – Modell)



Abbildung 3-1: AAA – Modell (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden - Württemberg, 2021)

Die Entwicklung im Bereich der Geodatensysteme schreitet in den letzten Jahren immer schneller voran. Geodaten werden von vielen Nutzern regional wie überregional in immer größeren Mengen verwendet. Daher ist es heute erforderlich, diese Geodaten zu vereinheitlichen und die Daten Übergabe, die durch verschiedene Schnittstellen oder unterschiedliche Datenbestände entstehen, zu erleichtern. Daher haben die Bundesländer im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) im Jahr 1997 den Aufbau und die Entwicklung des AFIS-ALKIS-ATKIS-Datenmodells (kurz: AAA-Datenmodell) beschlossen. Alle länderübergreifend festgelegten Eigenschaften des AAA – Datenmodells werden in der Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok) in durchgängiger Form gemeinsam beschrieben und miteinander in Beziehung gebracht. Einzelheiten zur geschichtlichen Entwicklung des Liegenschaftskatasters im Land Brandenburg sind dem Kapitel 5 zu entnehmen. Im folgenden Abschnitt werden die drei Fachinformationssysteme des AAA – Modells kurz beschrieben. Da das Projekt zur Verbesserung des Liegenschaftskatasters hauptsächlich den ALKIS – Bereich betrifft, wird dieser Bereich besonders erläutert.

3.1 Amtliche Festpunktinformationssystem (AFIS)

Festpunkte dienen in der Landesvermessung dazu, die bundeseinheitlichen geodätischen Raumbezugssysteme physisch an ausgewählten Orten zu realisieren. Sie sind gegliedert in Lagefestpunkte (LFP), Schwerefestpunkte (SFP) und

Höhenfestpunkte (HFP). Für alle drei Punktarten werden amtliche Daten erhoben und in AFIS zur Ausgabe abgelegt. Somit können diese Festpunkte für den Anschluss jeglicher vermessungstechnischen Arbeiten an die amtlichen geodätischen Raumbezugssysteme genutzt werden (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2021).

3.2 Das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)

3.2.1 ALKIS – Komponenten

Wie unter dem Punkt 2.2 beschrieben, handelt es sich bei ALKIS um das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem für Geobasisdaten der Liegenschaften. Diese sind im wesentlichen Objektbereiche wie Flurstücke, Gebäude, Flächen der tatsächlichen Nutzung, Flächen der Bodenschätzung und Eigentümer (geobasis-bb.de, 2021).

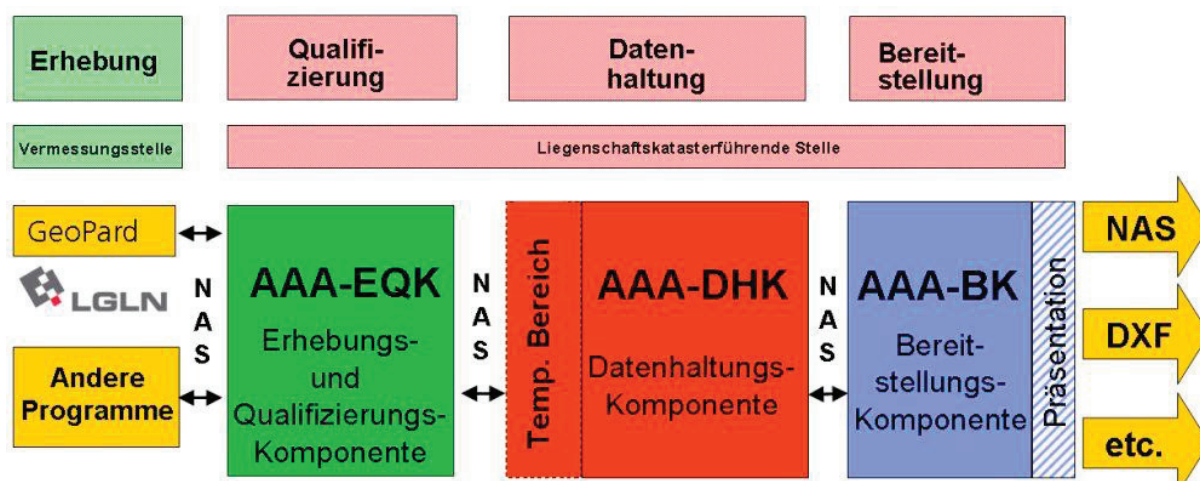


Abbildung 3-1: ALKIS – Komponenten (lgl.niedersachsen.de, 2021)

3.2.2 Erfassungs- und Qualifizierungskomponente (EQK)

Die Daten der Liegenschaften werden bei den jeweiligen Vermessungsstellen (Katasterämtern, ÖbVI¹) erhoben. Dabei ist es wichtig, dass die eingesetzte Software die Daten im NAS Format in die Qualifizierungs-Komponente übertragen kann. Mit

¹ Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure

dem Einspielen der Erhebungsdaten in die EQK beginnt deren Bearbeitung. Hier werden die Daten vervollständigt und plausibilisiert, damit sie in der Datenerhaltungskomponente abgespeichert werden können. Dafür ist es wichtig, dass die Daten streng nach dem ALKIS-Datenmodell strukturiert sind. Die EQK Brandenburg ist das von der Firma ibR Geoinformation entwickelte Programm DAVID.

3.2.3 Datenhaltungskomponente (DHK)

Die Datenhaltung – Komponente (DHK) ist die ebenfalls von der Firma ibR Geoinformation entwickelte DAVID-GeoDB. Dabei handelt es sich um ein Datenbankprogramm, welches speziell für die Speicherung und Verwaltung von Daten für das AAA-Modell (ALFIS, ALKIS, ATKIS) nach der GeoInfoDok² 6.0.1 entwickelt wurde. In Abbildung 3-1 ist der Arbeitsablauf zwischen den Erhebungsdaten – EQK – DHK dargestellt worden.

3.2.4 Auskunfts- und Präsentationskomponente (APK)

Bei der Auskunfts- und Präsentationskomponente handelt es sich zum einen um das in Punkt 7.1 Die Vorbereitung und Würdigung der Vermessungsunterlagen beschriebene LIKA – Online sowie das neu entwickelte Bereitstellungsportal. Die Verwaltung der Anwendungen obliegt dem Entwickler der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB).

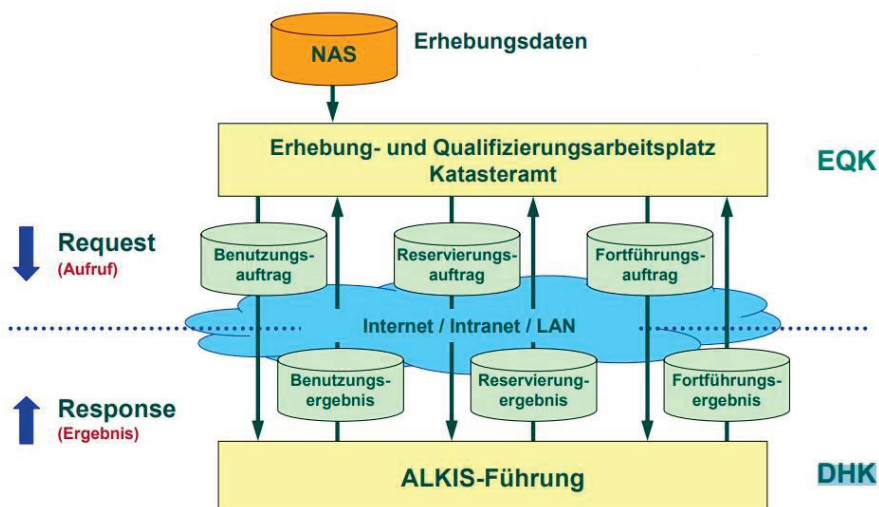


Abbildung 3-2: Arbeitsablauf zwischen den Erhebungsdaten - EQK – DHK (Igl.niedersachsen.de, 2010)

² Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens

3.3 Das Amtliche Topographische Kartographische Informationssystem (ATKIS)

Eine der Kernaufgaben der Vermessungsverwaltungen der Länder Deutschlands ist es, die Topografie³ des Landesgebietes zeitnah zu erfassen und nach einheitlichen Grundsätzen nachzuweisen und darzustellen. Mit ATKIS wurde ein bundesweiter einheitlicher Standard dieses Prozesses geschaffen. Dabei umfasst ATKIS mehrere nutzerorientierte digitale Erdoberflächenmodelle:

a) digitales Landschaftsmodell (DLM)

- Basis DLM (1:1000 - 1:25000)
- DLM50 (1:50000 - 1:100000)
- DLM250 (1:200000 – 1 : 500000)
- DLM1000 (1:1000000 und kleiner)

b) Digitale Geländemodelle

- Digitales Geländemodell Gitterweite 1 m (DGM1)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 2 m (DGM2)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 5 m (DGM5)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 10 m (DGM10)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 25 m (DGM25)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 50 m (DGM50)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 200 m (DGM200)
- Digitales Geländemodell Gitterweite 1000 m (DGM1000)

c) Digitale Topographische Karten

- Digitale Topographische Karte 1:10 000 (DTK10)
- Digitale Topographische Karte 1:25 000 (DTK25)
- Digitale Topographische Karte 1:50 000 (DTK50)

³ Darstellung und Beschreibung der Erdoberfläche

- Digitale Topographische Karte 1:100 000 (DTK100)
- Digitale Topographische Karte 1:250 000 (DTK250)
- Digitale Topographische Karte 1:1 000 000 (DTK1000)

d) Digitale Orthophotos

- Digitale Orthophotos Bodenauflösung 20 cm (DOP20)
- Digitale Orthophotos Bodenauflösung 40 cm (DOP40)

4 Zur Geschichte der Stadt Lieberose

Die Stadt Lieberose liegt etwa 30 km nördlich der Stadt Cottbus. Eingeschlossen von dem im Westen anschließenden Spreewald und dem mit seinen Buchen und Eichen geprägten Schlaubetal im Osten. Erste Erwähnungen des Ortes gehen zurück auf das 13. Jahrhundert jedoch geht die Besiedlungsgeschichte des Gebietes weiter zurück. Schon von der Bronzezeit⁴ gibt es erste Anzeichen von Besiedelungen, wahrscheinlich vom Stamm der Illyrier. Das Gebiet bot den alten Stämmen eine

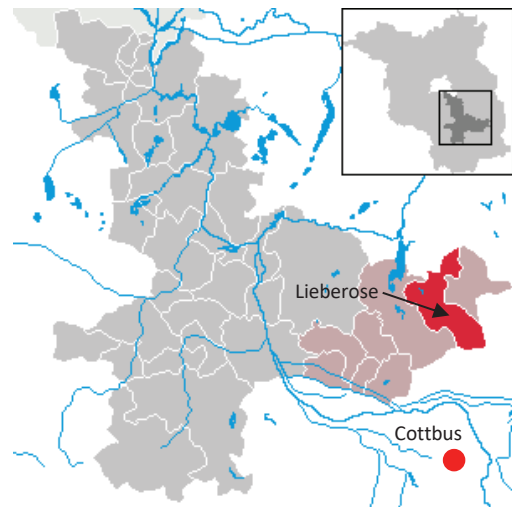


Abbildung 4-1: Lage der Stadt Lieberose
(Wikipedia.de, 2021)

günstige Lage mit schneller Rückzugsmöglichkeit für eine Fluchtburg⁵. Dieser Teil des Lieberoser Gebietes wird auch heute im Volksmund noch „Altes Schloss genannt“. Mit der Völkerwanderung Ende des 4. Jahrhunderts vollzogen sich bedeutende Veränderungen innerhalb der Stämme, wobei es zu grundlegenden kulturellen, sozialen und wirtschaftlichen Beziehungen kam, welche jedoch nicht immer friedlich verliefen. Die Lausitzer ließen sich hier um die Mitte des 9. Jahrhunderts nieder. Fachleute zählen etwa 35 – 40 Burgwälle im Kerngebiet der Lausitzer (Stadt und Förderverein Lieberose, 1998, S. 10).

Mit der durch blutige Auseinandersetzungen vorangetriebenen Ostausdehnung des deutschen Kaiserreiches (vgl. Abbildung 4-2) konnten die sorbischen Stämme ihre Siedlungsbereiche nicht mehr behaupten. Bereits im 10. Jahrhundert waren Teile der Niederlausitz, zu denen auch Lieberose gehörte, durch den Markgrafen Gero erobert und dem Reich Kaiser Otto I. einverleibt. Das einst sorbische Gebiet wurde gewaltsam christianisiert und erhielt 1131 den Status einer Markgrafschaft⁶.

⁴ in Mitteleuropa etwa der Zeitraum von 2200 bis 800 v. Chr.

⁵ burgähnliche Verteidigungsanlage, die nicht dauerhaft bewohnt wurde, sondern einer lokal ansässigen Bevölkerung als zeitweiliger Rückzugsort bei Kriegsgefahr diente

⁶ Herrschaftsbezirk eines Markgrafen (Führungsrolle eines Adligen im Grenzraum, der Mark, des Reiches)



Abbildung 4-2: Heilige Römische Reich um das Jahr 1000 n. Chr. (Wikipedia.de, 2021)

Die Entstehung des Ortsnamens bleibt sorbischer Herkunft. Erste urkundliche Erwähnungen des Ortes sind in den Jahren 1272 und 1295 zu finden. Hier noch unter den früheren Schreibweisen Lubraz, Luboraz oder Luberase. Diese leiten sich aus dem altslawischen ab, was so viel wie Kahn oder Baumrinde bedeutet, was wiederum auf eine Gründung an schiffbaren Gewässern verweist. Lubraz ist als Handelsort geschützt durch eine Burgwarte an der Kreuzung alter Handelswege angelegt worden, um diese zu sichern. Am 29. November 1302 verleh der Markgraf der Niederlausitz Lieberose die Rechte und Privilegien einer deutschen Stadt (Stadt und Förderverein Lieberose, 1998, S. 14).

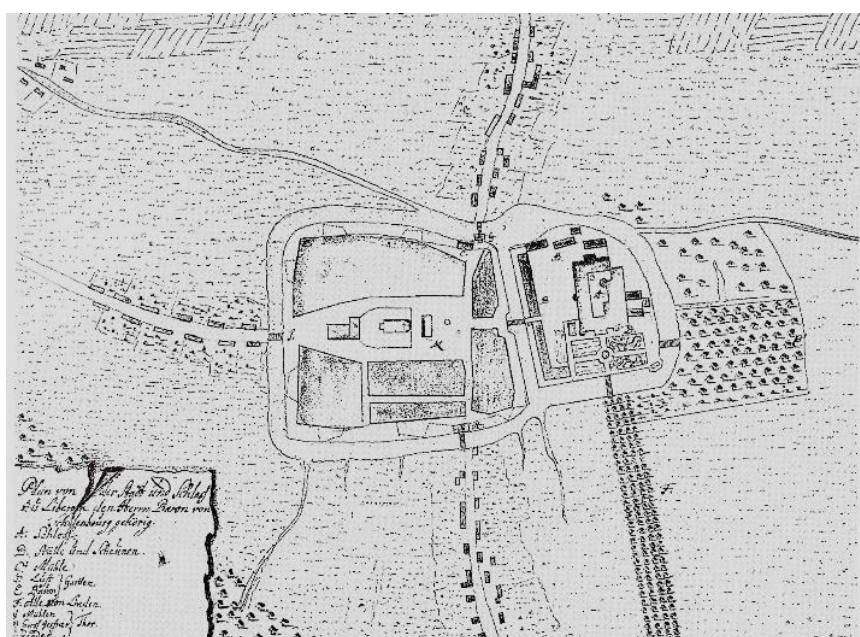


Abbildung 4-3: Plan der Stadtlage Lieberose zur 2. Hälfte des 19. Jh. (Stadt und Förderverein Lieberose, 1998, S. 26)

Nach dieser Zeit wechselte die Stadt des Öfteren ihre Besitzer, bis sie im Jahr im Jahr 1519 in das Eigentum des Geschlechtes der Grafen von der Schulenburg gelang, welche für die nächsten 400 Jahre ihren Werdegang maßgeblich beeinflussten. In dieser Zeit wurde auch das Herrschaftshaus, welches heute als Schloss Lieberose (vgl. Abbildung 4-4) bekannt ist, zum Schloss umgebaut und erweitert. Die Abbildung 4-3 zeigt einen Plan der Stadtlage Lieberose zur 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts.



Abbildung 4-4: Schloss Lieberose heute (Wikipedia.de, 2016)

Das heutige Aussehen der Stadt Lieberose geht aufgrund häufiger Brandkatastrophen im Mittelalter im Wesentlichen auf die Bebauungen im späten 18. und 19. Jahrhundert zurück. Zur Zeit des Ersten Weltkrieges⁷ veränderte sich die Stadt nur unmaßgeblich. Erst im Jahr 1933 und der Machtergreifung der Nationalsozialisten begann ein unrühmlicher Abschnitt in der Zeit für Lieberose. Nach dem Kriegsausbruch und den Überfall auf die Sowjetunion im Jahr 1941 wurde von der Waffen-SS als „kriegsentscheidende Maßnahme“ der Truppenübungsplatz „Kurmark“ südlich und östlich der Stadt errichtet. Nach dem Prinzip „Gemeingut geht vor Eigennutz“ befahlen die Machthaber die angedachte Umsiedlung von 16 Gemeinden und erwarben die benötigten Flächen vom Grafen von der Schulenburg. Als Arbeitskräfte dienten die KZ-Häftlinge, welche im Barackenlager Jamlitz⁸ untergebracht waren. Mit voranschreiten des Krieges und Näherrücken der Front wurde der Truppenübungsplatz aufgegeben. Die deutschen Truppen zogen sich in Richtung Sachsenhausen zurück. Lieberose litt kurz vor Kriegsende im Jahr 1945 unter den in der Region stattfindenden direkten Kampfhandlungen. Die heute noch teilweise sichtbaren Zerstörungen erfolgten in den

⁷ 1. Weltkrieg von 1914 - 1918

⁸ Barackenlager Jamlitz erhielt den Namen „Arbeitslager Lieberose“ – Außenlager des KZ – Sachsenhausen

letzten Tagen des Krieges. Viele öffentliche Gebäude dienten als Unterkunft für Kriegsverletzte und Flüchtlinge. Am 25. April 1945 besetzte die Rote Armee⁹ die Stadt. Nach Ende des 2. Weltkrieges wurden im Zuge der Bodenreform 1946 Großgrundbesitzer, zu denen auch das Geschlecht der Grafen von der Schulenburg gehörte, enteignet und unter dem Motto „Junkerland in Bauernhand“ entschädigungslos enteignet. Mehr zum Thema der Bodenreform in der Sowjetischen Besatzungszone sind dem Kapitel 5.3.3 zu entnehmen (Stadt und Förderverein Lieberose, 1998, S. 62-66).

⁹ Bezeichnung für das Heer und die Luftstreitkräfte Sowjetrusslands bzw. ab 1922 der Sowjetunion

5 Die Geschichtliche Entwicklung des Liegenschaftskatasters im Land Brandenburg

Zu Beginn sollte sich die Frage gestellt werden, warum es zur heutigen Zeit überhaupt notwendig ist, sich mit der geschichtlichen Entwicklung des Liegenschaftskatasters zu beschäftigen. Ohne das Verständnis der Entstehung des Liegenschaftskatasters ist es heute noch schwer zu beurteilen, wie und warum Eigentumsgrenzen entstanden sind, wie sie heute vorzufinden sind. Eine faire und nachvollziehbare Wiederherstellung oder Anzeige von alten Grenzen setzt voraus, dass der Bearbeiter deren Entstehung nachvollziehen kann. Ob zum Beispiel im vermessungstechnischen Außendienst zu beurteilen ist, dass der Grenzstein, der an einem Punkt gefunden wurde, wirklich einen Grenzpunkt markiert soll oder es sich um einen unbedeutenden Stein am Wegrand handelt oder ob die Liegenschaftskarte einen Fehler aufweist und warum diese entstanden sein könnten. Auch für die Verbesserung des Liegenschaftskatasters ist es notwendig, die geschichtlichen Hintergründe der verschiedenen Katasterepochen zu verstehen. Mit dem Wissen, welche gesetzlichen Regelungen bei Entstehung des Grenzpunktes galten, ist es möglich zu erkennen, mit welcher Genauigkeit die Vermessung erfolgte. Einzelheiten zu den Genauigkeiten und deren Einfluss auf Projekte zur Verbesserung des Liegenschaftskatasters lässt sich in Kapitel 6.3 Das stochastische Modell finden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Berücksichtigung des früheren Katasternachweises zum Beispiel bei Grenzwiederherstellungen. Karten, die zum Beispiel während des Grundsteuerkatasters entstanden sind, werden noch heute als grafischer Nachweis ohne Zahlennachweis zur Grenzwiederherstellung heran. (Hoffmann, 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ?, 2011, S. 24-25).

5.1 Das Grundsteuerkataster in den Preußischen Provinzen 1810-1861

Preußen unter der Regentschaft von König Friedrich Wilhelm III stellt sich zum Anfang des 19. Jahrhunderts vielen Herausforderungen entgegen. Die Innenpolitik Preußens ist aufgrund der Französischen Revolution¹⁰ und deren Werten Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit im Wandel. Durch die von Napoleon auferlegten Kriegslasten sind die Staatskassen leer und es sollen Reformationen des Abgabewesens durchgeführt werden, um diesen Umstand entgegenzusetzen. Daher wurde vom preußischen König 1810 ein Finanzedikt erlassen, mit den drei Kernzielsetzungen (Hoffmann, 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ?, 2011, S. 18):

- Gleichmäßige Verteilung der Steuern
- Aufhebung von Steuerbefreiungen
- Anlegung eines Katasters, um die Grundsteuer danach zu bestimmen

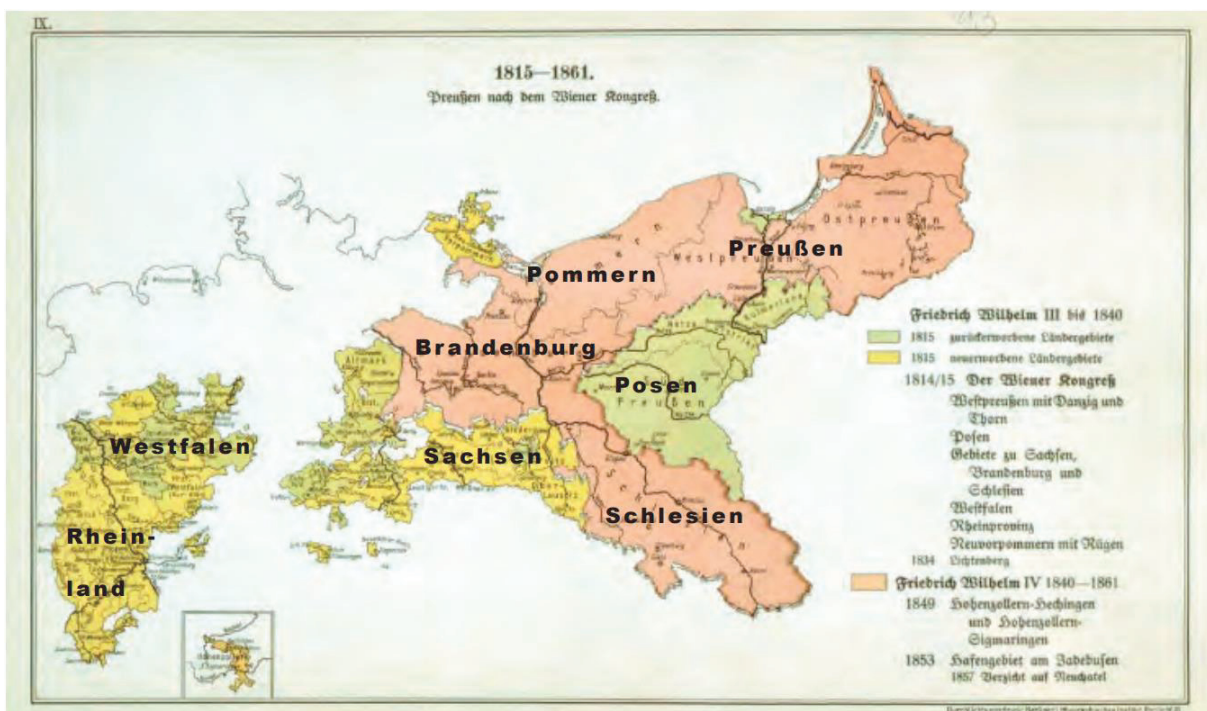


Abbildung 5-1: Preußen nach dem Wiener Kongress (Hoffmann, 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ?, 2011, S. 19)

¹⁰ Französische Revolution von 1789 bis 1799

Da sich der Adel in den östlichen Provinzen noch erfolgreich seiner Steuerprivilegien behaupten konnte, begann sich die Steuerreform zuerst in der westlichen Provinz Preußens Landes durchsetzen. Das erste Steuerkataster entstand somit in den Provinzen Rheinland und Westfalen (vgl. Abbildung 5-1). Mit der „Cabinetsordre“ von 1820 wurde die Einrichtung des Steuerkatasters beschlossen.

„Bei der in den drei westlichen Provinzen bestehenden Grundsteuer-Verfassung, ist es ein wesentliches Erforderniß ,um die Lasten möglichst gerecht zu vertheilen, und den Beschwerden über Prägravation¹¹ abzuhelpfen, daß ein Cataster alles ertragsfähigen Grundeigenthums nach seinem wirklichen und nachhaltigen Ertrage, auf den Grund einzelner Vermessung und sachverständiger Abschätzung aufgenommen werde. ...“ (Wittstock, 2001, S. 40)

Es wurde davon ausgegangen, dass eine faire Verteilung der Grundsteuer nur mit Hilfe einer Vermessung und dem sich daraus ergebenden Steuerkataster ermöglichen konnte. Nach der Fertigstellung des Steuerkatasters im Jahr 1839 erging das Grundsteuergesetz zur abschließenden Regelung der Grundsteuerreform für die westlichen preußischen Provinzen. Mit der „Verfassungsurkunde für den preußischen Staat“ vom 31. Januar 1850 und dem darauffolgendem „Gesetz, betreffend die anderweite Regelung der Grundsteuer“ vom 21. Mai 1861 wurde die Sonderbehandlung der östlichen Provinzen Preußen aufgehoben.

„Artikel 101 der Verfassungsurkunde für den preußischen Staat (1850) – In betreffen der Steuern können Bevorzugungen nicht eingeführt werden. Die bestehende Steuergesetzgebung wird einer Revision unterworfen und dabei jede Bevorzugung abgeschafft“ (Wittstock, 2001, S. 56).

Innerhalb von weniger als vier Jahren sollte nun ein Steuerkataster für das gesamte ostpreußische Staatsgebiet geschaffen werden. Dieses sollte verschiedene zur Steuerveranlagung erforderlichen Angaben enthalten:

¹¹ Überlastung, Überbürdung (z. B. mit Steuern)

- Steuerobjekt, der „Parzelle“
- Steuersubjekt, dem „Grundstückseigentümer als Steuerschuldner
- Steuermaßstab, dem „Reinertrag“

Daraus ergaben sich drei Arbeitsaufgaben, die zum Nachweis der Steuererhebung notwendig waren:

- Herstellung der Gemarkungskarten zum Abbilden aller Parzellen und ermitteln derer Flächen
- die Einschätzung der Bodengüte¹² und erfassen der Kulturarten¹³ zur Berechnung der Erträge
- Erstellung der Register zum Nachweis der steuerpflichtigen Grundstücke, deren Eigentümer und Steuerbeträge

Der Reinertrag leitete sich dabei aus der Größe, Bodengüte und Kulturart der Parzelle ab. Für die westlichen Provinzen (Westfalen, Rheinland) konnte auf das Grundsteuerkataster aus dem Jahr 1839 zurückgegriffen werden. Für die östlichen Provinzen Preußens musste jedoch ein völlig neues Steuerkataster erstellt werden. Da es in der kurzen Zeit kaum möglich war, ein Steuerkataster zu erstellen, welches auf Messungen jeder einzelnen Parzelle beruht, musste eine andere Lösung gefunden werden (Hoffmann, 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ?, 2011, S. 22). Mit der „Anweisung für das Verfahren bei Herstellung der Gemarkungskarten und Feststellung des Flächeninhalts der Liegenschaften“ vom 21. Mai 1861 erging, dass für die Herstellung der Gemarkungskarten schon bestehendes Kartenwerk verwendet werden soll (Wittstock, 2001, S. 82). Damit ließen sich circa 84 % (187000 km²) des östlichen preußischen Staatsgebietes abdecken. Für die verbleibenden 16 % (35000 km²) mussten Neumessungen veranlasst werden (Wittstock, 2001, S. 80).

¹² eingeteilt in acht Klassen

¹³ Ackerland, Garten, Wiese, Weiden, Holzung, Wasserstücke und Ödland

Die erfassten Daten wurden für einem Gemeindebezirk wie folgt nachgewiesen (Hoffmann, 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ?, 2011, S. 23):

- dem darstellenden Bestandteil
 - der Gemarkungskarte (ausgearbeitet in Kartenblättern als Inselkarten in den Maßstäben 1:2500 und 1:5000)
- dem beschreibenden Bestandteil
 - dem Flurbuch = Verzeichnis aller Parzellen in Reihenfolge der Kartenblätter und Parzellennummern
 - der Grundsteuermutterrolle = nach sogenannten Artikeln zusammengefasster Nachweis aller Grundstücke eines Eigentümers
 - der Gebäudesteuerrolle = Nachweis sämtlicher in Besitz befindlichen Gebäude

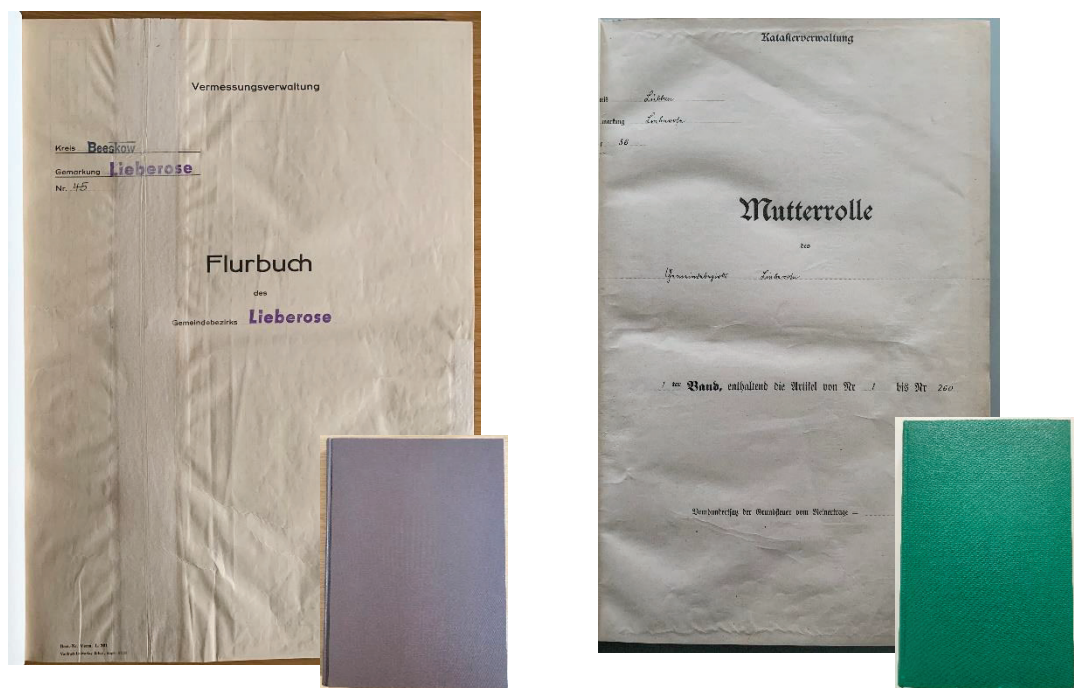


Abbildung 5-2: neu gebundenes Flurbuch (links) und neu gebundene Mutterrolle (rechts) von Lieberose

5.2 Das Eigentumskataster ab 1872

Im Laufe der Zeit stellte sich die außerordentlich vielseitige Verwendungsfähigkeit des Steuerkatasters heraus. Bald erkannten die landwirtschaftlichen Betriebe, welche wichtigen Daten in den Jahren der Erstellung des Grundsteuerkatasters über das gesamte Staatsgebiet vorhanden waren. Durch die Bewertung des landwirtschaftlich genutzten Bodens jeder einzelnen Parzelle erwiesen sich die Daten für landwirtschaftliche Statistiken als äußerst wertvoll. Schon im Jahr 1840 erging von der Justizbehörde eine Verfügung für Westfalen das Hypothekenbuch, welches heute als Vorläufer des Grundbuches gilt, auf das Steuerkataster zurückzuführen. Auch der Immobilienverkehr und Realkredit verwendeten die Daten des Steuerkatasters, um den Immobilienwert beziehungsweise den Beleihungswert der Grundstücke zu ermitteln. Die entstandenen Karten, Feldbücher und Handrisse wurden zum Aufsuchen und zum Nachweis nicht mehr erkennbarer Eigentumsgrenzen im Feld verwendet. Außerdem konnten die Karten als Grundlage für das Aufstellen von städtebaulichen Plänen, für topografische Karten und für das Entwerfen von Bauprojekten benutzt werden. Mit den Gesetzen über Eigentumserwerb und die dingliche Belastung der Grundstücke, Bergwerke und selbstständigen Gerechtigkeiten und der Grundbuchordnung jeweils vom 05. Mai 1872 entwickelte sich das eigentlich zum Erfassen und Erheben von Grundsteuern geschaffene Steuerkataster zum Eigentumskataster mit der Aufgabe, das immobile Eigentum der Grundeigentümer nachzuweisen. Das Grundsteuerkataster ist jetzt auch das amtliche Verzeichnis der Grundstücke und weist die räumliche Abgrenzung der an Grundstücken bestehenden Rechte nach (Wittstock, 2001, S. 118).

5.3 Das Mehrzweckkataster ab 1918

5.3.1 Weiterführung des preußischen Grundsteuerkatasters und die Einführung des Reichkatasters

Nach dem Ende des 1. Weltkrieges im Jahr 1918 bis hin zum Anfang des 2. Weltkrieges im Jahr 1939 fanden mehrere allgemeine Entwicklungen im Deutschen

Reich statt, die für das amtliche Vermessungswesen besondere Herausforderungen darstellten. Zu den Entwicklungen gehören zum Beispiel (Wittstock, 2001, S. 200-201):

- a) eine zunehmende Bevölkerung
- b) die wachsende Industrie
- c) die Neubelebung der Wirtschaft
- d) die Steigerung des Verkehrs
- e) die Ausweitung des Städtebaus
- f) die Förderung des Wohnungsbaus
- g) der Bau von Autobahnen
- h) der Bau von Flugplätzen
- i) im Jahr 1937 das Gesetz über die Neugestaltung deutscher Städte

Durch diese Entwicklungen konnte das preußische Grundsteuerkataster den Bedarf an großmaßstäbigen und genauen Karten nicht mehr erfüllen. Die folgenden Probleme führten zum Gesetz über die Neuordnung des Vermessungswesens vom 3. Juli 1934 (RGBl. I S.543) und zu einer Umstrukturierung des bestehenden Vermessungswesens (Wittstock, 2001, S. 201):

- a) das unterschiedlich entstandene und geführte Grundstückskataster in allen Ländern des Deutschen Reiches.
- b) die uneinheitliche Berufsausbildung im privaten und behördlichen Bereich,
- c) die weitergehende Nutzung künftiger Vermessungen

Dieses Gesetz wurde als Grundlage für bindende Generalanweisungen erlassen und sollte für den Reichsminister des Inneren als Rahmengesetz gelten, um mit den Reformarbeiten am Deutschen Vermessungswesen zu beginnen. Dies war der erste Versuch, das deutsche Vermessungswesen als Ganzes unter einer Einheitlichen reichsgesetzlichen Regelung zu vereinen (Lang, 2008, S. 65). Die alte Bezeichnung Grundsteuerkataster wurde durch die inhaltliche Erweiterung des Neuordnungsgesetzes in Liegenschaftskataster umbenannt. Ziel war es, eine Reichsvermessungsordnung zu schaffen. Dies war durch die unterschiedlichen

vorhandenen Vermessungs- und Kartenwerke und der jeweiligen Zweckbestimmung, für die sie geschaffen wurden, verursacht. Die Reichsvermessungsordnung als Ganzes ist aufgrund des 2. Weltkriegs nie erlassen worden (Lang, 2008, S. 65).

Dem neu entstandenen Reichsvermessungswesen wurde neben den Aufgaben der trigonometrischen und topographischen Landesaufnahme auch das Liegenschaftskataster zugeordnet. Die Neuaufstellung des beschreibenden Teils des preußischen Grundsteuerkatasters erfolgte durch die Reichsbodenschätzung aufgrund des Gesetzes über die Schätzung des Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz – BodSchätzG) vom 16. Oktober 1934 (RGBl. I S. 1050) welche vom Reichsminister der Finanzen angeordnet und finanziert wurde. Zu diesem Zeitpunkt gab es 41 verschiedene Katastersysteme mit weit über 100 technischen Anweisungen. Außerdem wurde die Einführung einer reichseinheitlichen Grundbuchordnung beschlossen.

Als Ziel galt der Aufbau eines einheitlichen Reichskatasters, dessen Gestaltung in einer Reihe gesetzlicher Regelungen prinzipiell vorgegeben wurde (Lang, 2008, S. 69):

- (1) Verordnung des Reichsministers der Justiz vom 23. Januar 1940 über die Einführung des Reichskatasters als amtliches Verzeichnis der Grundstücke im Sinne § 2 Abs. 2 der Grundbuchordnung
- (2) Runderlass des Reichsministers des Inneren vom 10. September 1940 über das Erteilen von Abdrucken und Abschriften aus dem Reichskataster
- (3) Runderlass des Reichsministers des Inneren vom 30. September 1940 – Fortführung des Reichskatasters (VI a 9026/406835 -Fortführungserlass)
- (4) Runderlass des Reichsministers des Inneren vom 11. Oktober 1940 über die Verbindung des Reichskatasters mit dem Grundbuch

Da in das neu geschaffene Reichskataster auch sämtliche Ergebnisse der Bodenschätzung zu übernehmen waren, entstanden beträchtlicher Erweiterungen der bisherigen Katastereinträge. Die Kapazität der vorhandenen Katasterkarten und -bücher reichte nicht aus, die Bodenschätzungsergebnisse zusätzlich aufzunehmen.

Von daher musste eine grundlegende zeichnerische Erneuerung der Katasterwerke durchgeführt werden. Diese umfassten (Wittstock, 2001, S. 209):

- die vollständige Neuaufstellung der Katasterbücher
- die weitgehende zeichnerische Erneuerung der Katasterkarten
- die Neuschaffung einer besonderen Schätzungskarte

Das Reichskataster sollte den Anforderungen entsprechen, die an das amtliche Verzeichnis, nach dem die Grundstücke im Grundbuch zu benennen sind, gestellt werden. Dabei soll es den Bedürfnissen der Steuer, der Statistik, der Wirtschaft und Planung von Bauvorhaben dienlich sein und als Grundlage zur Erneuerung und am Laufendhaltung des topographischen Kartenwerkes benutzt werden (Wittstock, 2001, S. 209). Durch diesen umfangreichen Nutzen wurde der Begriff Mehrzweckkataster geprägt.

Tabelle 5-1: Neuaufstellung der Flurbücher und des Liegenschaftsbuchs auf Karteiform im Reichskataster mit Vor- und Nachteilen (Wittstock, 2001, S. 209)

Katasterbücher	Vorteile	Nachteile
Flurbuch (alt)	<ul style="list-style-type: none"> • keine 	<ul style="list-style-type: none"> • unhandlich • schwer • manuell fortzuführen • ständiges Blättern bei der Rückverfolgung
Flurbuch in Karteiform (neu)	<ul style="list-style-type: none"> • handlich • leicht mit der Schreibmaschine fortführbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Suchaufwand bei falscher Ablage in Karteikästen

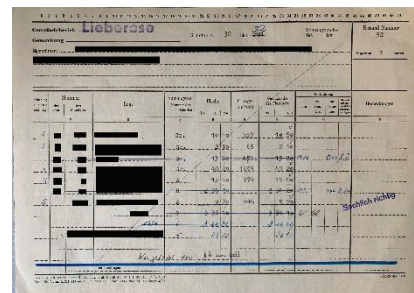


Abbildung 5-3: Flurbuch in Karteiform aus Lieberose

Katasterkarten

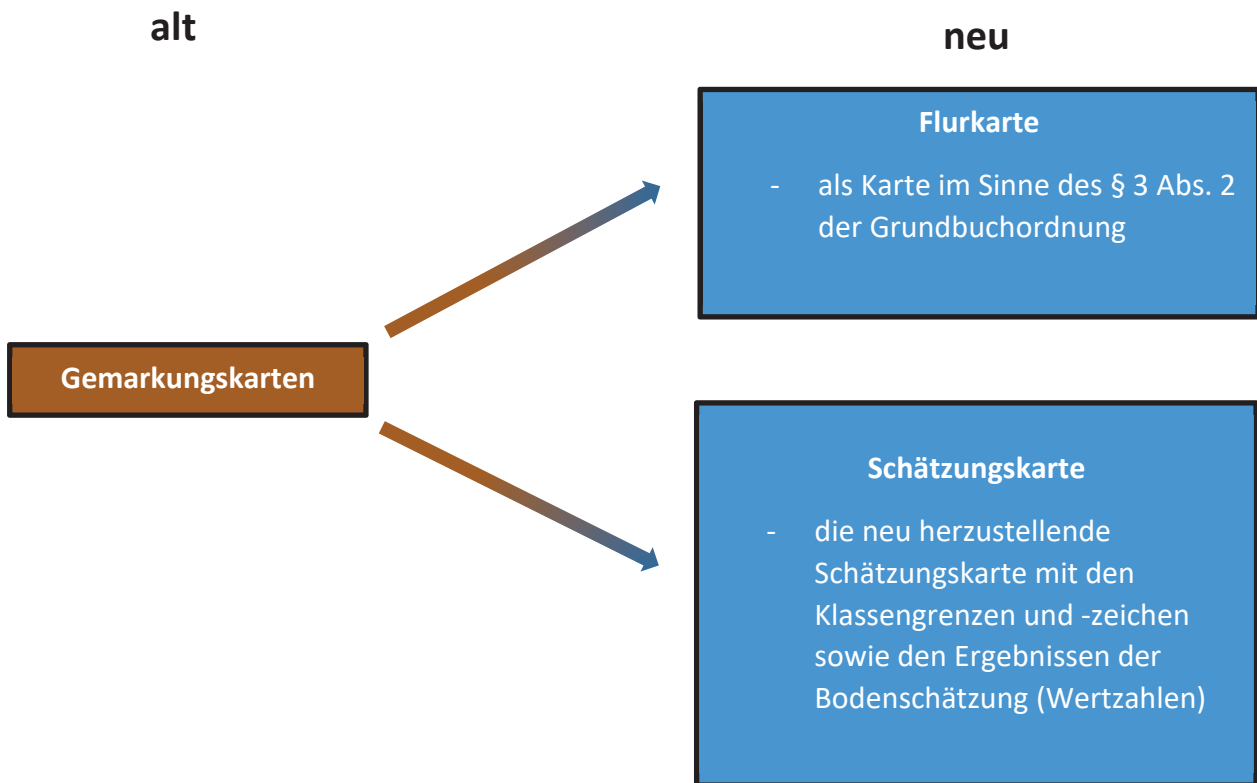


Abbildung 5-4: Die Umstellung von der Gemarkungskarte zur Flur- und Schätzungskarte im Reichskataster

Mit der Einführung des Reichkatasters und des preußischen Fortführungserlasses vom 01. November 1941 änderten sich zur Vereinheitlichung auch die katastertechnischen Bezeichnungen, von denen viele bis heute in Gebrauch sind (Wittstock, 2001, S. 210 - 211):

Tabelle 5-2: Alte Bezeichnungen im preußischen Grundsteuerkataster und neue Bezeichnungen im Reichkataster (grün: Bezeichnungen die heute noch in Verwendung sind ; rot: Bezeichnungen die heute nicht mehr in Verwendung sind)

alte Bezeichnung	neue Bezeichnung
Grund- und Gebäudekataster	Liegenschaftskataster
Parzelle	Flurstück
Zuparzelle	Zuflurstück
Kartenblatt/Planblatt	Flur
Feldmark, Steuergemeinde, Katastergemeinde, Flurbezirk, Vermessungsbezirk	Gemarkung

Gemarkungskarte, Katasterkarte	Flurkarte
Grund- und Gebäudebücher	Katasterbücher
Grundsteuermutterrolle (Mutterrolle)	Liegenschaftsbuch
Gebäudesteuerrolle	Gebäudebuch
Gebäudesteuerrollen-Anhang	Gebäudeveränderungsnachweis
Artikelverzeichnis	Eigentumsverzeichnis
Kulturart	Nutzungsart
Fortschreibung	Fortführung
Fortschreibungsvermessung	Fortführungsvermessung
Feldbuch	Fortführungsriß
Fortschreibungsprotokoll	Veränderungsnachweis
Grundsteuerfortschreibungsverhandlung, Messungsprotokoll	Grenzverhandlung

5.3.2 Die Organisation des deutschen Katasterwesens durch die Sowjetische Militäradministration in Deutschland (SMAD) ab 1945

Mit dem Befehl Nr. 17 der Sowjetischen Militäradministration in Deutschland (SMAD) vom 27. Juli 1945 wurden in der Hauptstadt Berlin 11 wichtige Sachbereiche für Zentralverwaltung gebildet. Darunter der Sachbereich der „Deutschen Verwaltung für Land- und Forstwirtschaft in der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ)“, unter welchem der Sachbereich des Katasters und Vermessungswesens zugeordnet wurde. Erster Schritt der „Deutschen Verwaltung für Land- und Forstwirtschaft in der SBZ“ war eine neue Organisation des Kataster- und Vermessungswesens. Eine Vereinheitlichung, wie sie nach der Organisationsform des Reichskatasters nach dem Gesetz vom 3. Juli 1934 durchgeführt wurde, sollte nicht fortbestehen. Es wurden fünf neue Landesvermessungsämter und 138 Kreisvermessungsämter eingerichtet (vgl. Tabelle 5-3).

Tabelle 5-3: Landesvermessungs- und Kreisvermessungsämter der DDR und deren Personal

Landesvermessungsamt in	Zahl der Kreisvermessungsämter	Personal der Kreisvermessungsämter
Potsdam	23	708
Schwerin	23	804
Halle	38	897
Dresden	29	370
Weimar	27	412

5.3.3 Die Bodenreform der Sowjetischen Besatzungszone 1945 – 1949

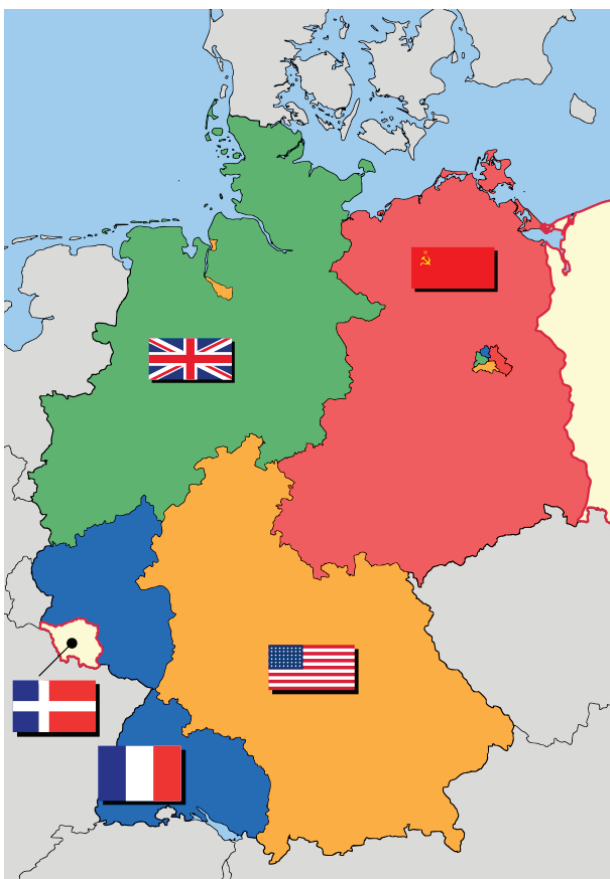


Abbildung 5-5: Die Aufteilung Deutschlands in vier Besatzungszonen 1947 (Wikipedia.de, 2021)

Der 2. Weltkrieg endete im Jahr 1945 mit der militärischen Besetzung Deutschlands. Dabei wurde Deutschland in vier Besatzungszonen aufgeteilt, wie die Abbildung 5-5 zeigt.

Im September 1945 erließ die Landes- und Provinzialverwaltung der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ) die Verordnung über die Bodenreform. Hierbei wurde jeder Großgrundbesitzer¹⁴ sowie Kriegsverbrecher und ehemalige Mitglieder der NSDAP entschädigungslos enteignet werden. So wurden rund 3,3 Millionen Hektar Fläche in einen Bodenfond überführt, welcher dann unter dem Motto „Junkerland in Bauernhand“ unter den Bauern verteilt wurde. Dies

geschah aufgrund der umfangreichen Zerstörungen des 2. Weltkrieges aus folgenden

¹⁴ Großgrundbesitzer ab einem Flächenbesitz von 100 Hektar

Gründen (Hoffmann, Bodenreform 1945 in der Sowjetischen Besatzungszone, 2013, S. 31):

- das Ackerland der bereits bestehenden Bauernhöfe unter 5 ha zu vergrößern
- eine neue selbstständige Bauernwirtschaft für landlose Bauern, Landarbeiter, etc. zu schaffen
- den Umsiedlern und Flüchtlingen, die durch die räuberische Kriegspolitik Hitlers ihr Hab und Gut verloren haben, Land zu geben

Zur Durchführung der Bodenreform wurden von den Länder- bzw. Provinzverwaltungen verschiedene Kommissionen geschaffen, welche die unterschiedlichen Leitungs- und Kontrollfunktionen ausübten (vgl. Abbildung 5-6).

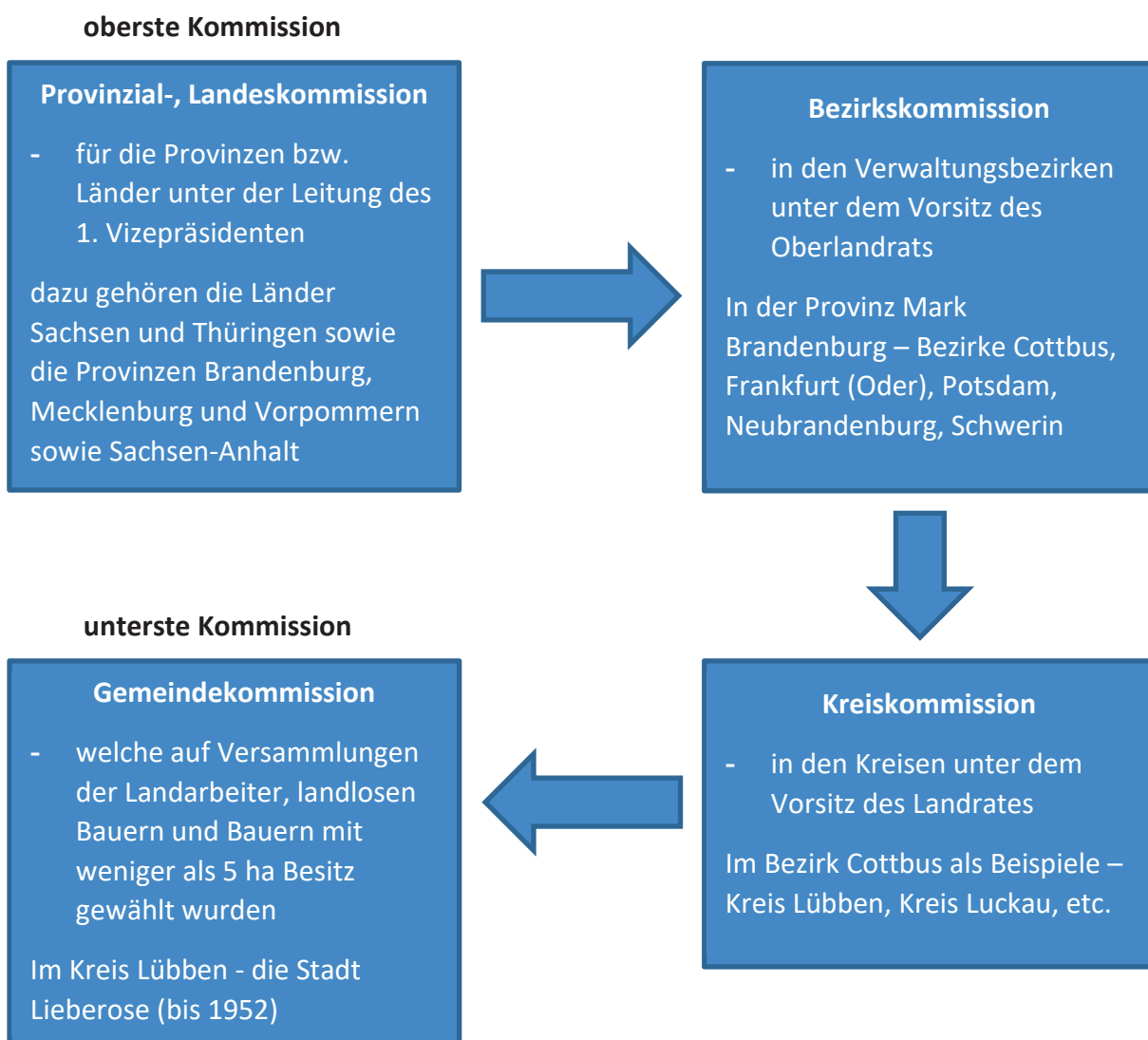


Abbildung 5-6: Der Aufbau der Kommissionen zur Bodenreform

Die Bodenreform sollte aufgrund von politischen Zielen kurzzeitig durchgeführt werden. Daher teilte man die vermessungstechnischen Arbeiten nach der „Vermessungsinstruktion 1“ vom 15. April 1946 in zwei Abschnitte ein. Abschnitt eins bestand dabei aus der sogenannten „Grobvermessung“ bzw. später genannt „Rohvermessung“. Dabei wurde ein „Aufteilungsplan“ mit dazugehörigen „Aufteilungsprotokoll“ erstellt, mit dessen Hilfe das Land an die Bauern verteilt wurde. Diese sollte zur grundbuchlichen Sicherung der neuen Eigentumsverhältnisse dienen. Die Vermessungsarbeiten der Rohvermessung wurden dabei nicht von vermessungstechnischen Fachleuten, sondern von Personen ausgeführt, die in irgendeiner Weise schon einmal mit der Vermessung zu tun hatten. Unter anderen Agrar-, Forst- und Bauingenieure. Oft gingen die Kommissionsmitglieder mit den Landerwerbern selbst auf die Felder und Wiesen, um die Grobmessungen durchzuführen (Krause, 2018, S. 13). Als Anleitung für die unerfahrenen Kommissionsmitglieder über das vermessungstechnische Arbeiten wurde das Heft „Vermessung und Nivellieren für Jedermann ohne Feldmeßgerät“ herausgegeben und verteilt (vgl. Abbildung 5-7).

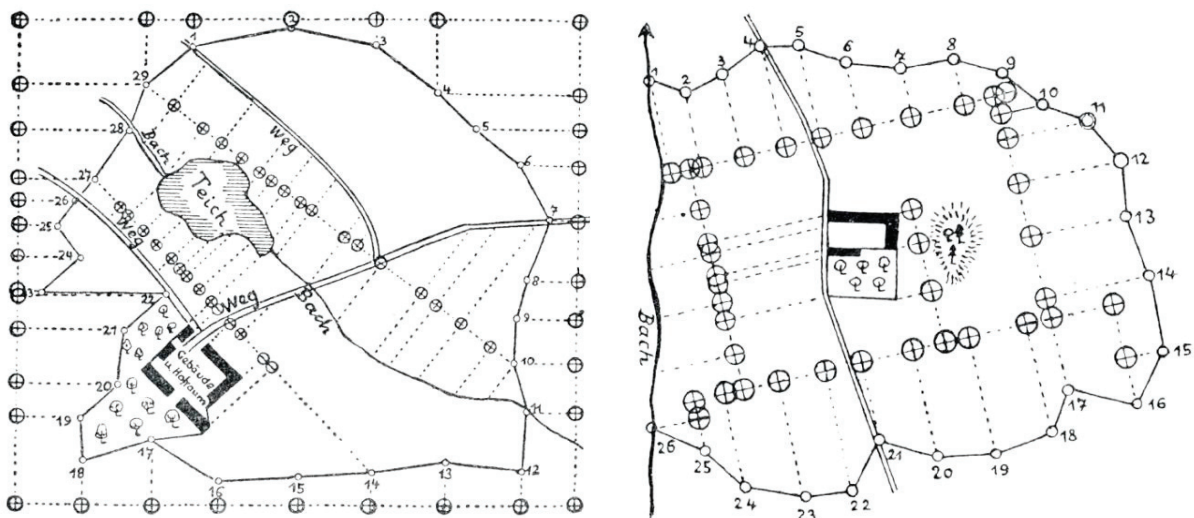


Abbildung 5-7: Festlegung von Grenzen durch außen herum (links) und innen (rechts) liegende Vermessungslinie aus dem Heft "Vermessung und Nivellieren für Jedermann ohne Feldmeßgerät" (Krause, 2018)

Im zweiten Abschnitt, der „Schlussvermessung“, wurden die Kataster- und Grundbuchberichtigungen durchgeführt (Krause, 2018, S. 12). Die Schlussvermessung wurde dabei von den Kataster- und Bodenkulturämtern sowie freischaffenden Vermessungsbüros geleitet. Für jedes verteilte Stück Land wurde ein neues Grundbuch angelegt. In der Abteilung II dieses Grundbuchs wurde eine Beschränkung eingetragen, die es den Bauern untersagte, das Land zu veräußern, zu

verpachten oder zu verpfänden. Sie hatten als kein Vollrecht im Sinne des § 903 BGB¹⁵ an den Grundstücken. Mit der Zwangskollektivierung im Jahr 1952 mussten die Bauern ihr Bodenreformgrundstücke in eine „Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft (LPG)“ einbringen. Sie blieben jedoch Eigentümer der davon betroffenen Grundstücke (Hoffmann, Bodenreform 1945 in der Sowjetischen Besatzungszone, 2013, S. 32 - 33). Wie schon oben erwähnt, wurden die Schlussvermessungen nach der „Vermessungsinstruktion I“ durchgeführt. Diese enthielt gegenüber den früheren Anweisungen zu vermessungstechnischen Vorgehen vereinfachte Verfahrensbestimmungen zu den polygonometrischen Arbeiten. Zum Beispiel sollte die „Umringsgrenze“ des Bodenreform-Verfahrensgebietes, also der Anschluss zu früheren bestehenden Vermessungen bzw. der Flurkarte nur dann untersucht werden, „wenn ihr Verlauf in der Örtlichkeit erkennbar von der Darstellung in der Flurkarte oder dem Nachweis, dem der Flurkarte zugrunde liegenden Messungsunterlagen abweicht“. Die Schlussvermessung musste so durchgeführt werden, wie sie im Zuge der Grobvermessung und dem daraus resultierenden Aufteilungsplan von den Bodenkommissionen abgesteckt wurde. Eine Nachprüfung, ob das in der Schlussvermessung entstandene Flurstück die in dem Aufteilungsprotokoll ausgewiesene Größe hat, fand nicht statt. Bei den heutigen Liegenschaftsvermessungen in Bodenreformgebieten zeigen sich nun vermehrt Widersprüche, welche vermutlich auf die vereinfachten Verfahrensvorschriften der „Vermessungsinstruktion I“ zurückzuführen sind.

5.3.4 Das Einheitskataster ab dem Jahr 1949

Im Jahr 1949 wurde die Bodenreform abgeschlossen. Ziel der Behörden war es nun, die Umstellung des Liegenschaftskatasters zum Reichskataster, welche durch den 2. Weltkrieg unterbrochen wurde, fortzuführen. Dies geschah mit der „Anordnung über die Wiederherstellung und Fortführung des Liegenschaftskatasters vom 02. März 1949 und Durchführungsbestimmung zur Anordnung über die Wiederherstellung und Fortführung des Liegenschaftskatasters vom 22. April 1949.

¹⁵ Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) § 903 – Befugnisse des Eigentümers

Für die zukünftige Leitung und Planung wurde eine Wirtschaftsflächenerhebung durchgeführt und für alle landwirtschaftlichen Betriebe Flächengrößen sowie tatsächlichen Nutzungsarten erfasst. Da sich das Liegenschaftskataster zu dieser Zeit in 15 verschiedene Systeme zersplittert hatte, begann man diese unter einem einheitlichen Register¹⁶ zu vereinen. Das so neu entstandene Liegenschaftskataster wurde unter dem Namen „Einheitskataster“ geführt und löste so den bisherigen Namen Liegenschaftskataster ab (Lang, 2008, S. 131 - 132).

5.3.5 Das Vermessungswesen der DDR ab dem Jahr 1949

Mit Gründung der DDR am 7. Oktober 1949 gab es eine weitere Umorganisation des Vermessungswesens. Dabei wurde das Katasterwesen unter dem Namen „Vermessung und Kataster“ dem „Ministerium für Aufbau“ als Hauptabteilung zugeordnet. Danach wurden die bis dahin der Landesregierung unterstellten Kataster- und Vermessungsämter den Räten der Kreise als Abteilung Vermessung zugeteilt. Da das Kataster- und Vermessungswesen bis im Jahr 1951 mit Arbeiten an der Staatsgrenze zwischen der DDR und Polen beschäftigt war, welche unter der Leitung des Ministeriums des Inneren ausgeführt wurde, stellte man schnell Schwächen in der Struktur und Ordnung des Vermessungswesens fest. So wurde am 31. Mai 1951 die Hauptabteilung „Vermessung- und Katasterwesen“ aus dem Ministerium für Aufbau ausgegliedert und dem Ministerium des Inneren zugewiesen.

Am 1. April 1952 erfolgte eine weitere Umstrukturierung mit der Schaffung von Vermessungsdiensten. Die Organisation wird nun wie folgt beschrieben (Lang, 2008, S. 134 - 135):

- „Hauptabteilung Vermessung und Katasterwesen“ – ist die zentrale Stelle und verantwortlich für die gesamte Planung, Anleitung und Kontrolle des gesamten Vermessungs- und Katasterwesens
- „Abteilung Vermessung im Ministerium des Inneren der Länder“ – mit der Aufgabe der Anleitung und Kontrolle der Abteilungen Vermessung der Stadt- und Landkreise

¹⁶ Register, hiermit der beschreibende Teil des Liegenschaftskatasters gemeint

- Vermessungsdienst – eine nachgeordnete Dienststelle des Ministeriums des Inneren der Landesregierung mit den Aufgaben trigonometrischer Arbeiten der niederen Ordnungen, die Herstellung der deutschen Grundkarte 1:5000, die Aufstellung des Einheitskatasters und die allgemeinen Vermessungsarbeiten



Abbildung 5-8: Die 14 Bezirke der DDR (Wikipedia.de, 2020)

Am 23. Juli 1952 wurden durch das Gesetz über „Die weitere Demokratisierung des Aufbaus und der Arbeitsweise der staatlichen Organe in den Ländern der DDR“ die fünf Länder aufgelöst und 14 Bezirke mit 217 Kreisen (vorher 138) gebildet (vgl. Abbildung 5-8). Dies stellte eine besondere Herausforderung für die 138 Kreisvermessungsämter dar. Neue Strukturen mussten erstellt, das Personal teilweise neu eingearbeitet und Unterlagen in erheblichen Umfang umgelagert werden. Die fünf Vermessungsdienste wurden nach der Auflösung der Länder dem

„Staatssekretariat für innere Angelegenheiten“ des Mdl unterstellt und im Jahr 1955 in die Vermessungsdienste Nord, Ost, Süd und West mit Sitz in den Städten Schwerin, Dresden, Erfurt und Halle unter die Leitung der „Hauptabteilung innere Angelegenheiten des Staatssekretariats“ überführt.

Die Abteilungen Vermessung bei den Räten der Städte wurde zum 1. Juni 1953 aufgelöst und zusammen mit dem Sachgebiet Grundbücher als Abteilung Kataster bei den Räten der Kreise vereint (Lang, 2008, S. 136).

5.4 Basisinformationssysteme ab dem Jahr 1977

5.4.1 Die Computergestützte Liegenschaftsdokumentation (COLIDO) 1977 - 1990

Im Zuge der sich weiterentwickelnden Digitalisierung wurde im Jahr 1977 der Aufbau der „Computergestützten Liegenschaftsdokumentation“ (COLIDO) beschlossen. Im Gebiet des heutigen Landes Brandenburg war die Umstellung bis 1986 abzuschließen (Dreßler, 1997, S. 31). Es sollte der schnelleren und einfacheren Verwaltung der Liegenschaftsdokumentation dienen. Dafür wurde das sogenannte Integrationsregister (IR) eingeführt, welches Daten des Grundbuches und Liegenschaftskatasters vereint. Um die Liegenschafts- bzw. Grundbuchdaten konform in der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) nutzen zu können, wurden die A-4 Karteikarten des IR auf Lochkarten übertragen. Danach erfolgte die Übertragung der Daten in das COLIDO, welches zentral auf einem Großrechner in der Stadt Halle an der Saale geführt wurde. Die folgende Tabelle zeigt die Bestandteile der Liegenschaftsdokumentation bis zum Ende der DDR im Jahr 1990:

Tabelle 5-4: Bestandteile der Liegenschaftsdokumentation bis zum Ende der DDR

Bestandteile	Katasterdokumente
Vermessungstechnischer Bestandteil (Katasterzahlen)	<ul style="list-style-type: none"> - Fortführungsrisse - Grenzniederschriften
Darstellender Bestandteil (Katasterkarte)	<ul style="list-style-type: none"> - Flurkarte - Nutzungsgrundkarte - Bodenschätzungskarte
Beschreibende Bestandteil (Katasterbücher)	<ul style="list-style-type: none"> - Integrationsregister - Grundbuch - Nutzungsgrundbuch - Personenverzeichnis

5.4.2 Das Vermessungswesen des Landes Brandenburg ab dem Jahr 1990

Am 3. Oktober 1990 trat die DDR der Bundesrepublik Deutschland bei. Zuvor begann die letzte große Organisations- und Strukturwandlung des öffentlichen Vermessungswesens auf dem Gebiet der DDR. Mit dem Erlass vom 1. Juli 1990 verkündete der Minister des Inneren (Lang, 2008, S. 231):

„Zur Angleichung an die Organisationsstruktur des öffentlichen Vermessungs- und Katasterwesens in der Bundesrepublik Deutschland sind in den zukünftigen Ländern der Deutschen Demokratischen Republik Landesvermessungsämter und Liegenschaftsämter in den Kreisen zu bilden. Der Aufbau erfolgt aus der Kombination des jetzigen VEB Kombinat Geodäsie und Kartographie und den Liegenschaftsdiensten bei den Räten der Bezirke.

Der VEB Kombinat Geodäsie und Kartographie ist mit der Wirkung vom 30. Juni 1990 aufzulösen. Die Kombinatbetriebe (Dresden, Erfurt, Halle, Berlin, Schwerin und KD Potsdam) [...] sind in Staatsunternehmen umzubilden und bis zur Gründung von Landesvermessungsämtern der Verwaltung Vermessung und Kartenwesen im Ministerium des Inneren zu unterstellen. [...]“



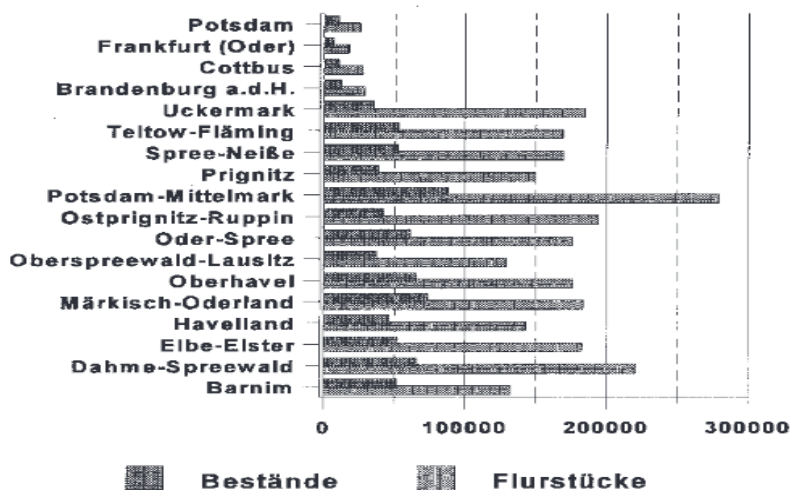
Abbildung 5-9: Die neuen Länder der BRD (rote Grenzen) und alten Länder in der frühen DDR (lila Grenzen) (Wikipedia.de, 2021)

Am 22. Juli 1990 beschloss die Volkskammer der DDR die Neubildung der Länder und am 23. August 1990 den Beitritt der DDR zur Bundesrepublik Deutschland. Damit waren die Voraussetzungen geschaffen, zügig den Aufbau der Vermessungs- und Katasterverwaltung in den neuen Ländern voranzutreiben. Das amtliche Vermessungswesen wurde damit wieder Angelegenheit der Bundesländer. In Brandenburg untersteht das Landesvermessungsamt (heute

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg in Potsdam) dem Ministerium des Inneren. In den 38 gebildeten Landkreisen und 6 Kreisfreien Städten entstanden 40 Kataster-, Vermessungs- und Grundbuchämter. Im Jahr 1991 wurden die Grundbuchämter wieder von den Kataster- und Vermessungsämtern getrennt und den Amtsgerichten zugeordnet. Durch den Mangel an Fachkräften, der fehlenden technischen Ausstattung und räumlicher Unterbringung wurden im Jahr 1992 die Vermessungs- und Katasterämter auf 17 mit 23 Nebenstellen reduziert. Mit der Kreisgebietsreform im Jahr 1993 wurden aus den 38 Landkreisen 14 und die kreisfreien Städte auf 4 reduziert. Jeder Landkreis erhielt ein Vermessungs- und Katasteramt und die Nebenstellen wurden erheblich reduziert.

5.4.3 Das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB) und die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) im Land Brandenburg ab dem Jahr 1990

Das erste Konzept für das ALB wurde von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Brandenburg (AdV) im Jahre 1973 entwickelt. Ziel war es, für alle Bundesländer ein einheitliches, rechnerunabhängiges Programmsystem zur Führung des Liegenschaftsbuchs zu entwickeln. Nach der Wende im Jahr 1990 entschied sich das Land Brandenburg für



Land Brandenburg:
Flurstücke 2 588 615
Bestände 801 201 **Stand : 31.12.1995**

Abbildung 5-10: Das ALB im Land Brandenburg mit der Anzahl der Bestände in den Kreisen und kreisfreien Städten (Dreßler, 1997, S. 32)

die Einführung des Automatisierten Liegenschaftsbuchs. Ziel war es, die Daten,

welche im COLIDO sowie die Eigentümerdaten auf Karteikarten in das ALB zu überführen. Bis in das Jahr 1995 wurden sämtliche analog oder digital geführten Daten in das ALB überführt. Dabei handelte es sich im Land Brandenburg um 2,5 Millionen Flurstücke, 800.000 Bestände und rund 1 Million Eigentümerangaben wie die Abbildung 5-10 zeigt. Die ALK ist ein weiteres Fachkonzept, welches 1973 entwickelt wurde und der Automatisierung der Nachweise der Liegenschaftskarte dienen sollte. Mit der schnellen Digitalisierung und dem Wandel hin zu Geoinformationssystemen wurde klar, dass die von den Katasterämtern geführten analogen Liegenschaftskarten nicht mehr zeitgemäß waren. Am 29.08.1994 schuf das Ministerium des Inneren mit der Bekanntmachung „Digitale Karte“ die Grundlage zum Aufbau eines digitalen raumbezogenen Informationssystems der ALK. Dabei wurde den Katasterbehörden die Aufgabe zuteil, den analogen Datenbestand flächendeckend zu digitalisieren. Dabei sollte zunächst ein Grunddatenbestand als Vorstufe der ALK geschaffen werden, der folgenden Umfang enthält (Masur, 1997):

- die Grenzen der Bundesrepublik Deutschland, des Landes Brandenburg, der Kreise, Gemeinden Gemarkungen, Fluren und Flurstücke
- die in der analogen Liegenschaftskarte dargestellten Gebäude
- die Flurstücksnummern, Hausnummern, Straßennamen sowie weitere erläuternde Beschriftungen
- die Aufnahme-, Grenz-, und Gebäudepunkte des amtlichen Nachweises
- in geringen Umfang Topografie, soweit sie zur Orientierung in der Liegenschaftskarte notwendig ist

Die Genauigkeit des digitalen Datenbestandes liegt dabei in der geometrischen Genauigkeit der analogen Karten. Um eine höhere Genauigkeit der ALK erreichen zu können, hätte es umfangreiche Neuberechnungen bzw. Neuvermessungen geben müssen. Dies hätte einen erheblichen Zeitaufwand bedeutet. Unter dem Gesichtspunkt, die ALK – Daten den Nutzern so nicht zeitnah zu Verfügung stellen zu können, verzichtete man auf diesen Schritt. Trotzdem erwies sich der Arbeitsaufwand zur Fertigstellung der ALK als erheblich und ging nur langsam voran. Im Land Brandenburg mussten ca. 14500 Insel- und 1700 Rahmenkarten digitalisiert werden.

Daher wurde im Jahr 2001 das Projekt FALKE¹⁷ ins Leben gerufen, welches die Umsetzung der vollständigen ALK im Land Brandenburg im Jahr 2006 gewährleistete. Am 1. März 2013 wurden im Land Brandenburg das ALB und die ALK in das Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) überführt. Mehr Informationen zu ALKIS und dem AAA-Modell sind dem Kapitel 3 zu entnehmen.

¹⁷ FALKE - Forcierte ALK-Erstellung

6 Die Ausgleichsrechnung

Bei Aufgaben im Vermessungswesen werden grundsätzlich Kontrollen gemessen, so auch im Liegenschaftskataster. Deswegen sind bei jeder Liegenschaftsvermessung Kontrollmaße beziehungsweise Kontrolldaten zu erheben. Durch diese Überbestimmung der Messungsergebnisse ist es überhaupt möglich, die Ausgleichsrechnung als Instrument verwenden zu können.

Tabelle 6-1: Die Bestimmung von Messwerten

$n + d > u$	Überbestimmung
$n + d = u$	Eindeutig bestimmt
$n + d < u$	Unterbestimmt

$$f = n - u + d$$

Formel 6-1: Berechnung der Freiheitsgrade

n = Anzahl der Beobachtungen

d = Anzahl der Datumsdefekte

u = Anzahl der Unbekannten

f = Freiheitsgrade

Um die Ausgleichung verwenden zu können, muss die Anzahl der Freiheitsgrade mindestens $f = 1$ betragen.

Im folgenden Abschnitt wird auf die Grundlagen der Ausgleichsrechnung eingegangen. Da das verwendete Programmsystem Systra die Ausgleichsmethode vermittelter Beobachtungen verwendet, auch L2 – Norm genannt, wird auf diese besonders eingegangen. Die Abbildung 6-1 zeigt die verschiedenen Modelle der Ausgleichsrechnung.

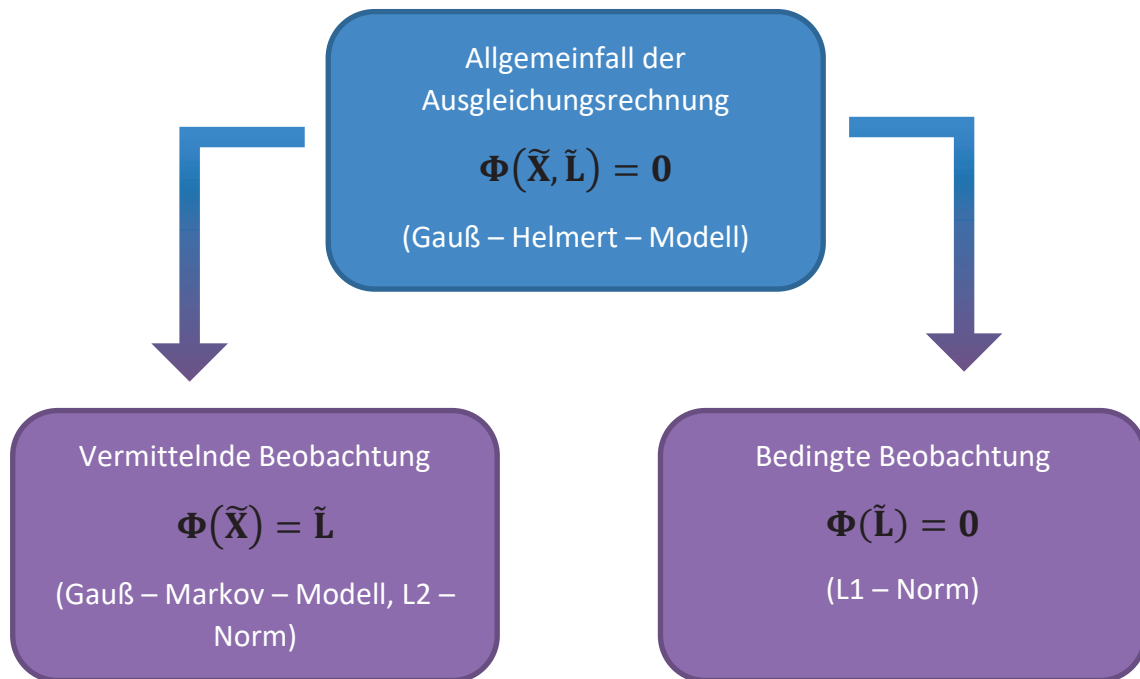


Abbildung 6-1: Klassifizierung der Ausgleichsmodelle (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 35)

6.1 Klassifizieren von Fehlern

Im Rahmen der Fehlerlehre und Statistik unterscheidet man verschiedene Abweichungen, die bei vermessungstechnischen Arbeiten, aber auch bei allen anderen naturwissenschaftlichen Experimenten auftreten. Ein Verständnis für die verschiedenen Abweichungsarten ist für die Bearbeitung von Verbesserungen des Liegenschaftskatasters sehr wichtig, um nachvollziehen zu können, warum Messwerte überhaupt abweichen und wodurch diese Abweichungen entstanden sein können. In der Literatur wird häufig von drei verschiedenen Abweichungen (auch Fehler genannt) geschrieben, dem „groben Fehler“, dem „systematischen Fehler“ und der „zufällige Fehler“ (bzw. Abweichung). Niemeier beschreibt sogar sechs Fehlerarten, auf die im folgenden Abschnitt verkürzt eingegangen werden soll (Niemeier, Ausgleichsrechnung, 2002, S. 7 - 11).

6.1.1 Grobe Fehler

Ein grober Fehler liegt dann vor, wenn ein Wert stark von dem Mittelwert einer Messreihe abweicht. Niemeier unterscheidet hier nochmal in zwei Kategorien:

Tabelle 6-2: Unterscheidung von Groben Fehlern nach Niemeier und deren Ursachen (Niemeier, Ausgleichsrechnung, 2002, S. 8)

Fehlerart	Ursachen (Beispiele)	Fehlerbereich
Völlig falsche Messwerte	<ul style="list-style-type: none"> - Ablese-, Abschreibfehler - Fehler bei manueller Eingabe von Messwerten - Fehler in der Funktion eines Instrumentes 	Messwert > 20 – 50-fache der σ
Grobe Fehler	<ul style="list-style-type: none"> - Vertauschung der Ziffernfolge (12,34 oder 12,43) - Anziel-, oder Ablesefehler - äußere Einflüsse (Starke Turbulenzen, extreme Lichtverhältnisse, etc.) 	Messwert zwischen 3 – 5-fache σ bis 20 – 50-fache σ

Der Unterschied der beiden ist, dass ein grober Fehler als „Ausreißer“ nicht völlig außerhalb der Wahrscheinlichkeit liegt. Es handelt sich dabei um stärker vom Mittelwert abweichende Werte, bei denen über statistische Tests geprüft werden muss, ob sie zu der statistischen Verteilung der übrigen Messwerte gehören. Völlig falsche Messwerte hingegen liegen in einem Bereich sehr weit abseits der ermittelten Standardabweichungen.

6.1.2 Zufällige Abweichungen – Messungenauigkeiten

Die zufällige Abweichung von Messwerten ist die „unter normalen Verhältnissen“ zu erwartende Streuung um den Erwartungswert (μ) einer Messung. Sie bildet die Grundlage der meisten statistischen Betrachtungen. Das allgemein genutzte Konzept zur Behandlung der zufälligen Abweichung ist das von Carl Friedrich Gauß im Jahr 1797 eingeführte Modell der Normalverteilung. Dabei stellte Gauß fest, dass zufällige Abweichungen bei einer genügend großen Anzahl von Beobachtungen immer einer

bestimmten statistischen Verteilung folgen (vgl. Abbildung 6-2). Die Normalverteilung ist durch die Parameter der Varianz (σ^2) und dem Erwartungswert (μ) vollständig festgelegt.

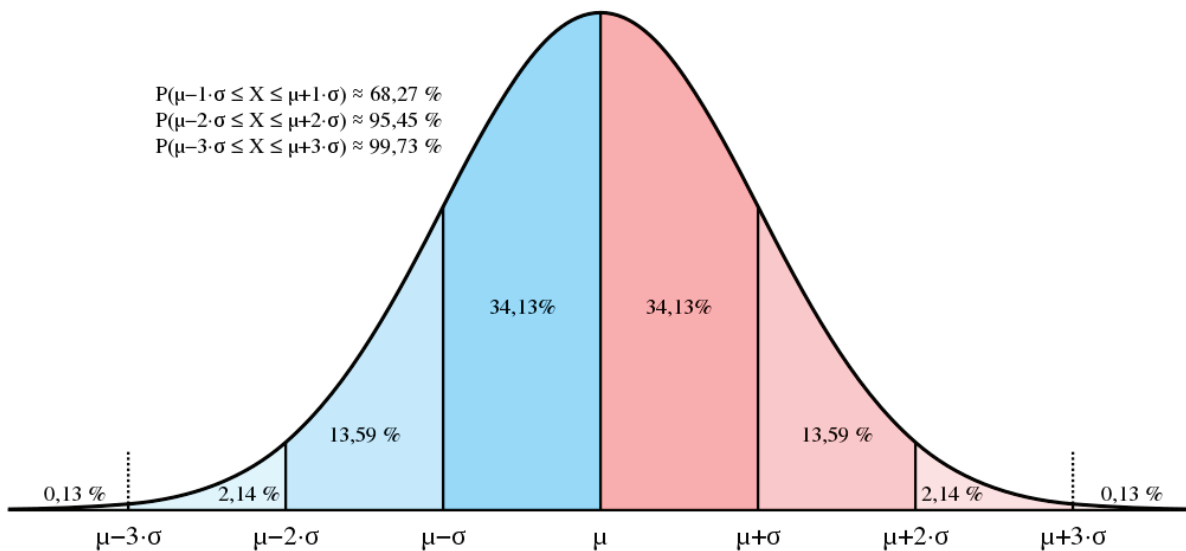


Abbildung 6-2: Kurvenverlauf und Parameter einer Normalverteilung (glossar.hs-augsburg.de, 2020)

Dabei sind die zufälligen Abweichungen von folgenden Faktoren abhängig:

- den äußeren Bedingungen
- der Sorgfalt bei der Durchführung von Messungen
- dem Messinstrument und Messverfahren

6.1.3 Systematische Abweichung

Die systematische Abweichung beschreibt die Abweichung vom Erwartungswert zum wahren Wert einer Messung. Sie beschreibt dabei einen Fehler, der an jedem Messergebnis gleich aufgetreten und somit korrigierbar ist, solange der systematische Fehler auffällt. Als Beispiele gelten:

- Eichfehler an Längenmessgeräten (z.B. die Strecke ist immer zu lang gemessen)

- eine falsch angebrachte Additionskonstante oder ein fehlerhafter Maßstabsfaktor

Folgendes skizzenhaftes Beispiel einer Zielscheibe soll die Begriffe „Wahrer Wert“, „Erwartungswert“, „Zufällige Abweichung“ und „Systematische Abweichung“ verdeutlichen.

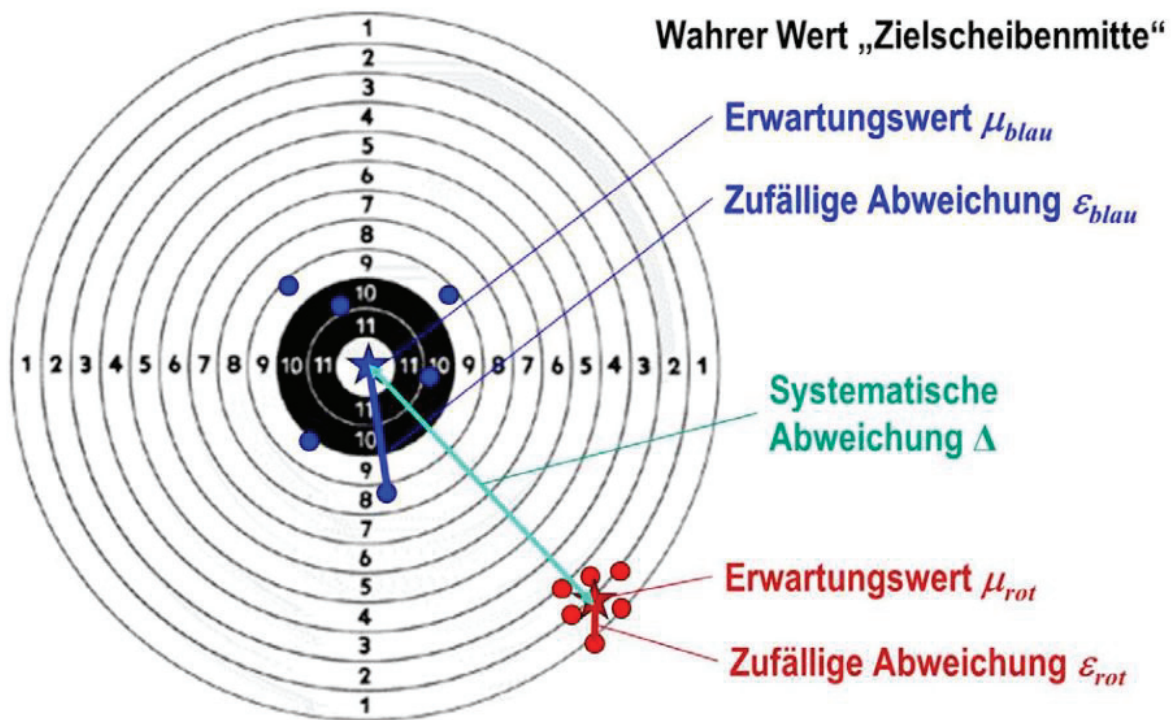


Abbildung 6-3: Erläuterung der Begriffe "Wahrer Wert", "Erwartungswert", "Zufällige Abweichung" und "Systematische Abweichung", am Beispiel einer Zielscheibe (Foppe, Fehlerlehre & Statistik 2017/2018, 2017)

6.1.4 Zuordnungsfehler

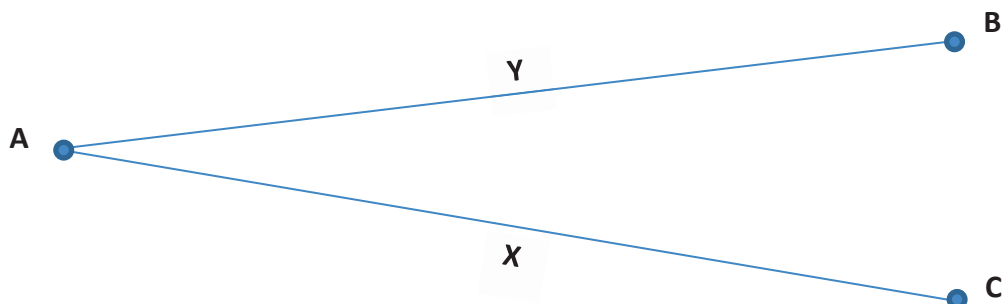


Abbildung 6-4: Der Zuordnungsfehler

Ein weiterer Fehler, welcher von Niemeier beschrieben wird, ist der Zuordnungsfehler. Dieser entsteht zum Beispiel bei falscher Protokollierung von Anschlusspunkten. Ein

Aufdecken dieser Fehler ist mit statistischen Tests kaum möglich. Sie lassen sich nur durch eine ordnungsgemäße Protokollführung vermeiden. Als Beispiel wird im Protokoll Zielpunkt C vermerkt, obwohl die Messung korrekt von A nach B durchgeführt wurde. Damit ist im Protokoll die Strecke Y der Strecke X zugeordnet.

Im Laufe des Projektes sind womöglich einige dieser Fehler aufgefallen. Da die meisten Fortführungsrisse, die zur Eingabe herangezogen wurden, aus der Bodenreform der sowjetischen Besatzungszone stammen, zu denen in diesem Fall keine Grenzniederschriften vorhanden sind, ist es schwer, diese Fehler aus den Ausgleichungsergebnissen abzuleiten. Sie lassen sich meist nur vermuten, wenn für eine fehlerhaften Beobachtung beim „Data – Snooping“ keine plausible andere Lösung, wie zum Beispiel ein Zahlendreher gefunden wird. Wenn es sich bei dem Punkt zum Beispiel um einen End-, bzw. Anfangspunkt einer Messungslinie handelt, bei dem das Ordinatenmaß null betragen soll, ist ein Schreib- oder Ablesefehler unwahrscheinlich. Der Zuordnungsfehler lässt sich nur dann vermuten, wenn er durch andere Maße ausreichend kontrolliert ist und sich der Fehler mit dem Ausschalten der Beobachtung mit der größten normierten Verbesserung beseitigen lässt. Eine eindeutige Entscheidung kann jedoch nur mit der Überprüfung des Punktes im vermessungstechnischen Außendienst getroffen werden. Im Kapitel 9.3.4 ist die Bearbeitung eines möglichen Zuordnungsfehlers beschrieben.

6.1.5 Truncation Error – Fehler durch Stellenabbruch

Tabelle 6-3: Vereinfachtes Beispiel für einen Truncation Error

	Messwerte	Messwerte gerundet
	$\begin{bmatrix} 1,54 \\ 1,62 \\ 1,49 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1,5 \\ 1,6 \\ 1,5 \end{bmatrix}$
<i>Mittelwert</i>	1,55	1,53

Bei den Fehlern durch Stellenabbruch handelt es sich um das Problem der endlichen Anzahl an Stellen. Streng genommen setzt die Wahrscheinlichkeitsverteilung und die

Schätzfunktionen stetige (also unendliche) Messwerte für Zufallsvariablen voraus. Durch die endliche Anzahl der Messstellen auf digitalen Messgeräten ist dieser Fehler in den letzten Jahren häufiger diskutiert worden. Er wirkt sich auf die Mittelwerte und Genauigkeitsmaße aus. Dies trifft besonders zu, wenn nur eine geringe Zahl der Messwerte vorhanden ist.

6.2 Der Ausgleichsalgorithmus

In folgendem Abschnitt werden die Formeln zur Berechnung einer Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen zusammengestellt.

6.2.1 Aufstellen des funktionalen Modells

Zu Beginn werden der Beobachtungsvektor $\begin{matrix} L \\ n, 1 \end{matrix}$ und Unbekanntenvektor $\begin{matrix} X \\ u, 1 \end{matrix}$ aufgestellt.

$$\begin{matrix} L \\ n, 1 \end{matrix} = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_n \end{bmatrix} \qquad \begin{matrix} X \\ u, 1 \end{matrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_u \end{bmatrix}$$

Formel 6-2: Beobachtungsvektor L und Vektor der unbekanntes X

Das funktionale Modell stellt einen mathematischen Zusammenhang zwischen den Messgrößen/Beobachtungen n und den gesuchten Werten/Parametern/Unbekannten u her. Dabei muss im Vorhinein unterschieden werden, ob es sich bei den funktionalen Beziehungen um lineare oder nicht lineare Beziehungen handelt. Bei einfachen Beispielen wie einer Höhennetzausgleichung wären die Höhenunterschiede Δh messbar und die Höhen H der vermarkten Punkte als Unbekannte eingeführt. So wäre eine lineare Beziehung gegeben.

Bei einem Lagenetz, bei dem die Horizontalstrecken D gemessen werden und die Punktkoordinaten (X, Y) als Unbekannte eingefügt werden sollen, handelt es sich um eine nicht lineare Beziehung. Diese müssen mithilfe der linearen Regression linearisiert werden.

Höhenunterschied :

$$\Delta h = H_{p2} - H_{p1} \quad \rightarrow \quad \text{Lineare funktionale Beziehung}$$

Horizontalstrecke :

$$D = \sqrt{(X_{p2} - X_{p1})^2 + (Y_{p2} - Y_{p1})^2} \quad \rightarrow \quad \text{nicht Lineare funktionale Beziehung}$$

Für nicht lineare funktionale Beziehungen ist es daher nötig, den Vektor der genährten Unbekannten $\begin{matrix} X_0 \\ 1, u \end{matrix}$ zu berechnen. Zur Klärung der Terminologie in der Ausgleichsrechnung sei Folgendes festgehalten:

\tilde{L}, \tilde{X} : *Wahre, theoretische Werte*

L_0, X_0 : *Nährungswerte, nicht stochastisch*

\hat{L}, \hat{X} : *Schätzwerte, stochastisch*

Die genährten Unbekannten $\begin{matrix} X_0 \\ n, 1 \end{matrix}$ können auf verschiedene Weise gewonnen werden.

Bei der Verbesserung des Liegenschaftskatasters zum Beispiel benutzt der Ausgleichskern Systra die digitalisierten Koordinaten, welche im ALKIS geführt werden, als genährte Unbekannte. Auch durch das Durchführen geodätischer Berechnungen oder einer Iteration des Ausgleichsprozesses können genährte Unbekannte gewonnen werden.

$$X_0 = \begin{bmatrix} X_{0_1} \\ X_{0_2} \\ \vdots \\ X_{0_n} \end{bmatrix}$$

Formel 6-3: Vektor der genährten Unbekannten

Da zwischen den Messwerten und dem Ergebnis in geodätischen Rechenverfahren immer ein funktionaler Zusammenhang bestehen sollte, ist es möglich, aus den genährten Unbekannten X_0 die genährten Beobachtungen L_0 zu berechnen.

$$L_0 = \Phi(X_0)$$

Formel 6-4: Vektor der Genährte Beobachtung (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

Danach folgt die Linearisierung der Verbesserungsgleichung mit Hilfe der A-Matrix (auch Design-, Koeffizienten- oder Konfigurationsmatrix genannt), indem eine partielle Ableitung der Unbekannten $\Phi(X)$ nach jeder Unbekannten X erfolgt.

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

Formel 6-5: Konfigurations- bzw. Designmatrix (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

Aus den genährten Beobachtungen L_0 und den gemessenen Beobachtungen L lassen sich nun die gekürzten Beobachtungen l berechnen.

$$\hat{l}_{n,1} = \frac{L}{n,1} - \frac{L_0}{n,1}$$

Formel 6-6: Vektor der Gekürzten Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

Die vollständige linearisierte Verbesserungsgleichung lautet wie folgt.

$$\hat{l}_{n,1} = \frac{l}{n,1} + \frac{v}{n,1} = \frac{A}{n,u} * \hat{x}$$

Formel 6-7: Vektor der linearisierten Verbesserungsgleichung (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

6.3 Das stochastische Modell

Für sämtliche Messgrößen L_i müssen Genauigkeitsaussagen getroffen werden beziehungsweise vorliegen. Diese können aus der Kovarianzmatrix der Beobachtungen $\sum_{n,n}^{LL}$ entnommen werden.

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

Formel 6-8: Kovarianzmatrix der Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

Normalerweise sind die Standardabweichungen durch Geräteangaben oder Erfahrungswerte gegeben. Da im Projekt Lieberose nur orthogonale Beobachtungen vorhanden sind, wird auf diese Art besonders eingegangen. Bei der Verbesserung des Liegenschaftskatasters lassen sich die Standardabweichungen der verwendeten Instrumente aus den Vorschriften, die zur Zeit der Messung galten, entnehmen. Hierfür wurde im „Prioritätenerlass III – Anlage 3 – Erfassungshinweise“ des Landes Brandenburg eine umfassende Zusammenstellung der historischen Vorschriften hinsichtlich Ihrer Qualität und Genauigkeit geschaffen (siehe Anlage I). In Kapitel 14.

– Gewichtung der Beobachtungen der „Anlage 3 – Erfassungshinweise“ wird außerdem eine Tabelle für Strecken mit durchschnittlich 50 m Länge als Hilfestellung mit Zusammenfassungen der Tabelle über die Zusammenstellung historischer Vorschriften hinsichtlich ihrer Qualität und Genauigkeit aufgeführt:

Tabelle 6-4: Hilfestellung über die Beurteilung der Beobachtungsgruppen für ein Systra Projekt

Jahrgang/Beschreibung	s [cm]	Bemerkung
Gemeinheitsteilung (Separation)	2	z.B. Breite von Wegen, Straßen u. Gräben
Sonstige Rutenmaße	10 – 20	z.B. UVA
bis 1881/1896	10	
bis 1945	5	
Bodenreform	10 – 20	
bis 1972	5	
bis 1983	5 – 10	
bis 1991	10 – 15	
bis 1999	3	
ab 1999	2	

Ein Problem, welches sich mit dem Programmsystem Systra ergibt, besteht darin, dass es die Standardabweichungen für Strecken in einen absoluten und relativen Wert teilt. Eine Eingabe von Gleichungen, wie sie früher oft in Vorschriften für den maximalen zulässigen Fehler Verwendung fanden, ist somit nicht möglich. Dies führt dazu, dass der Streckenfehler immer linear bestimmt wird, wie folgendes Beispiel zeigen soll.

Nach den Ergänzungsbestimmungen Teil I zu den Anweisungen VIII, IX, X (Neuvermessungen) (vgl. Anlage I):

$$D_{max_{1931}} = 0,004 * \sqrt{s [m]} + 0,0003 * s + 0,02$$

Formel 6-9: Formel des zulässigen Fehlers D vom 01.06.1931

Tabelle 6-5: Aufbau einer Beobachtungsgruppe für Orthogonale Maße in Systra

Beobachtungsgrp.	Transf. Ansatz	Sigma Abs [m]	Sigma Ord [m]	SigmaM Abs [m/km]	SigmaM Ord [m/km]
MLI-N-002	4-PT	0.020	0.020	1.50	1.50
MLI-N-010	4-PT	0.100	0.100	0.25	0.25

oder als Formel für die MLI-N-002 ausgedrückt:

$$D_{max_{MLI-N-002}} = 0,02 + \frac{s[m]}{1000} * 1,5$$

Formel 6-10: Formel des zulässigen Fehlers in Systra berechnet

Tabelle 6-6: Vergleich der Verschiedenen zulässigen Fehler

Streckenlänge [m]	$D_{max_{1931}}$ [m]	$D_{max_{MLI-N-002}}$ [m]
10	0,036	0,035
30	0,051	0,065
60	0,069	0,110
100	0,090	0,170
200	0,137	0,320

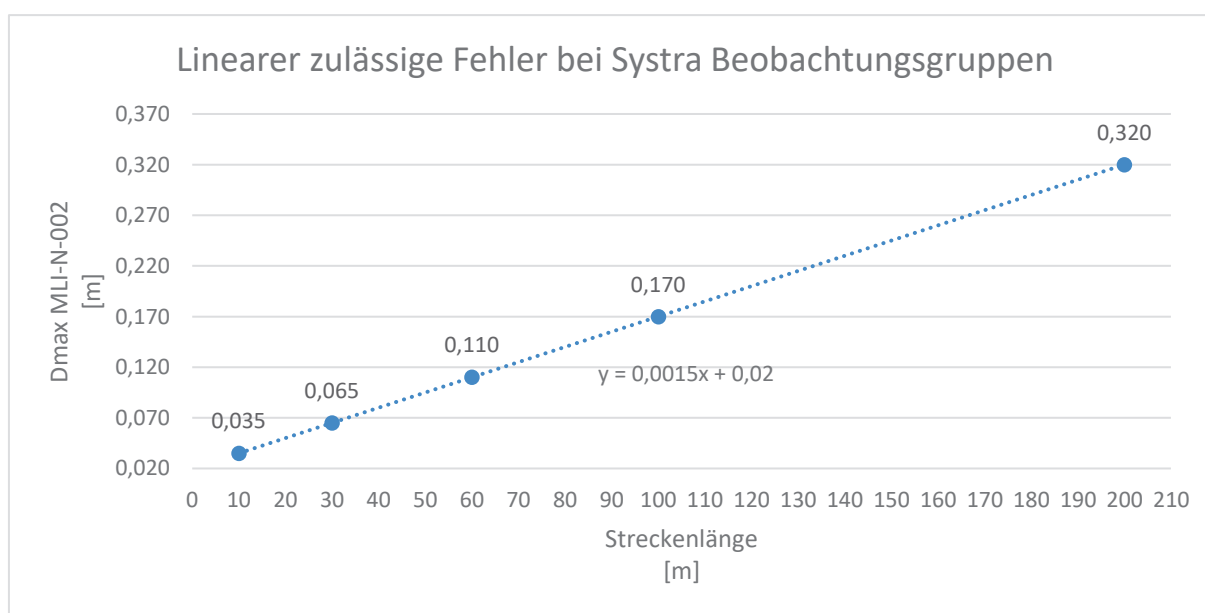


Abbildung 6-5: Diagramm über die Lineare Entwicklung des zulässigen Fehlers in Systra Beobachtungsgruppen

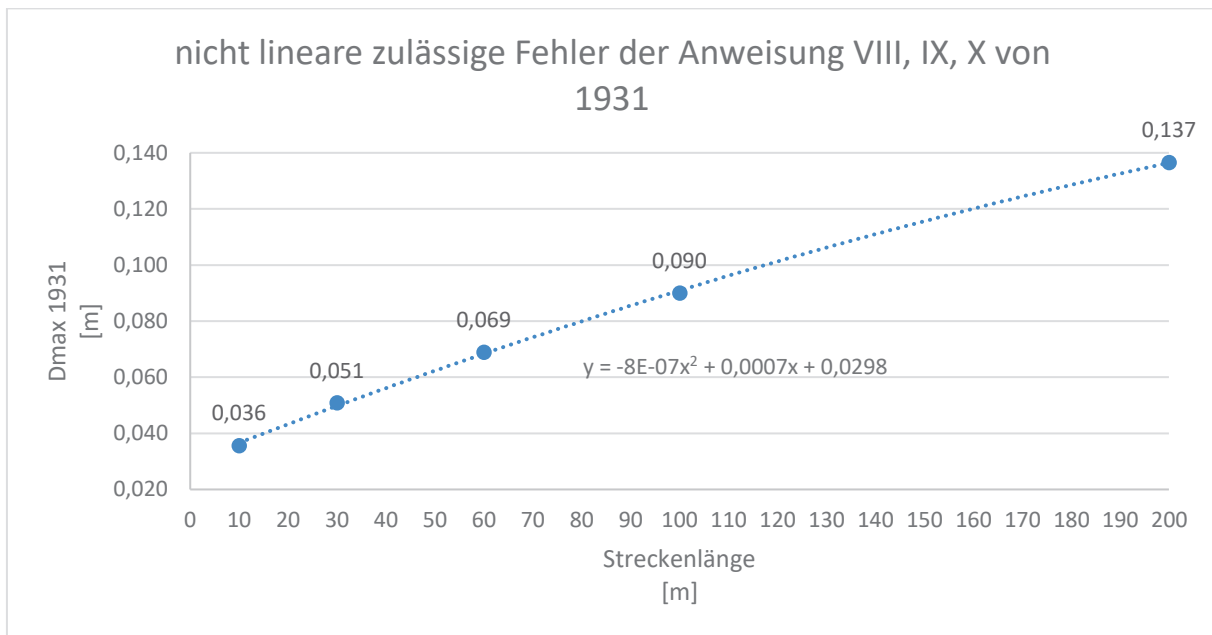


Abbildung 6-6: Diagramm über die nicht Lineare Entwicklung des zulässigen Fehlers aus der Vorschrift 1931

Um die linearen Beobachtungsgruppen so den jeweiligen vergangenen Vorschriften anzupassen, müsste für jede Genauigkeitsanweisung der vergangenen Jahre und für verschiedene orthogonale Streckenlängen unterschiedliche Beobachtungsgruppen angefertigt werden. Nur so ist eine liegenschaftsrechtlich einwandfreie Verbesserung des Liegenschaftskatasters möglich.

Sind sämtliche a priori Genauigkeiten festgelegt, gilt es nun die Kofaktormatrix der Beobachtungen $Q_{LL}^{n,n}$ und anschließend durch deren Inverse die Gewichtsmatrix $P_{n,n}^P$ zu berechnen.

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

Formel 6-11: Kofaktormatrix der Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

$$P_{n,n}^P = Q_{LL}^{n,n}{}^{-1}$$

Formel 6-12: Gewichtsmatrix (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)

Da nun die Koeffizientenmatrix $\begin{matrix} A \\ n, u \end{matrix}$ aus dem funktionalen Modell sowie die Gewichtsmatrix $\begin{matrix} P \\ n, n \end{matrix}$ aus dem stochastischen Modell vorliegt, ist es möglich die Kofaktormatrix der Unbekannten $\begin{matrix} Q_{\hat{x}\hat{x}} \\ u, u \end{matrix}$ zu berechnen. Im gleichen Zug wird die sogenannte „rechte Seite“ des Normalgleichungssystems $\begin{matrix} n \\ u, 1 \end{matrix}$ (auch Absolutgliedvektor genannt) bestimmt.

$$\begin{matrix} Q_{\hat{x}\hat{x}} \\ u, u \end{matrix} = N^{-1} = \begin{pmatrix} A^T & P & A \\ u, n & n, n & n, u \end{pmatrix}^{-1}$$

Formel 6-13: Kofaktormatrix der Unbekannten (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

$$\begin{matrix} n \\ u, 1 \end{matrix} = \begin{matrix} A^T & P & l \\ u, n & n, n & n, 1 \end{matrix}$$

Formel 6-14: Absolutgliedvektor (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

Für die Bestimmung des Lösungsvektors, also den ausgeglichenen gekürzten Unbekannten $\begin{matrix} \hat{x} \\ u, 1 \end{matrix}$, gilt die Formel:

$$\begin{matrix} \hat{x} \\ u, 1 \end{matrix} = \begin{matrix} Q_{\hat{x}\hat{x}} \\ u, u \end{matrix} * \begin{matrix} n \\ u, 1 \end{matrix}$$

Formel 6-15: Lösungsvektor (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

Die letztendlichen Verbesserungen $\begin{matrix} v \\ n, 1 \end{matrix}$ ergeben sich aus:

$$\begin{matrix} v \\ n, 1 \end{matrix} = \begin{matrix} A \\ n, u \end{matrix} * \begin{matrix} \hat{x} \\ u, 1 \end{matrix} - \begin{matrix} l \\ n, 1 \end{matrix}$$

Formel 6-16: Vektor der Verbesserungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

Da die Verbesserungen $v_{n,1}$ und die ausgeglichenen gekürzten Unbekannten $\hat{x}_{u,1}$ jetzt gegeben sind, können sowohl die ausgeglichenen Beobachtungen $\hat{L}_{n,1}$ sowie die ausgeglichenen Unbekannten $\hat{X}_{u,1}$ ermittelt werden.

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

Formel 6-17: Vektor der Ausgeglichenen Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

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

Formel 6-18: Vektor der Ausgeglichenen Unbekannten (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

Es sei angemerkt, dass für die verschiedenen Rechenschritte Proben möglich sind, welche beachtet werden sollten. Für die kurze Einführung in den Ausgleichungsalgorithmus wurden auf die Proben nicht weiter eingegangen. Weitere Probleme können auftreten, wenn die Normalgleichungsmatrix $N_{u,u}$, aus der sich die Kofaktormatrix der Unbekannten $Q_{XX_{u,u}}$ mit $N_{u,u}^{-1}$ berechnet, nicht quadratisch, sondern singular ist. Damit ist die Berechnung der Inverse nicht möglich und es müssen weitere Schritte wie zum Beispiel ein Gauß – Algorithmus mit Pivotisierung zum Lösen des Problems durchgeführt werden. Dies kann unter anderem bei Lagenetzen, in denen nur Richtungen als Beobachtungen gemessen wurden, vorkommen, da es für die Ausgleichungsrechnung keine eindeutigen Lösungen gibt.

6.4 Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsbeurteilungen der Messung durch die Ausgleichungsrechnung

Ein Vorteil der Ausgleichungsrechnung, neben der eindeutigen, statistischen und optimalen Koordinatenberechnung, ist die mögliche Qualitätsbeurteilung des

Ergebnisses. Es ist möglich, eine eindeutige Genauigkeitsaussage für Koordinaten zu treffen und Angaben über die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu machen. (Niemeier, Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 270 - 273)

- Die Genauigkeit der Koordinaten oder Unbekannten
 - drückt aus, wie präzise diese Werte bestimmt werden

$$Q_{\hat{x}\hat{x}} \rightarrow \text{Genauigkeitskriterien}$$

$$u, u$$

- Die Zuverlässigkeit
 - stellt eine Beziehung zwischen den im Ausgleichungsmodell enthaltenen Kontrollmöglichkeiten für Beobachtungen und deren Unbekannten her

$$Q_{\hat{L}\hat{L}} \rightarrow \text{Zuverlässigkeitskriterien}$$

$$n, n$$

Für die Beurteilung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Ausgleichungsergebnisses ist die Berechnung der Varianz der Gewichtseinheit (a posteriori) s_0^2 , die Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Beobachtungen $\Sigma_{\hat{x}\hat{x}}^{u, u}$ der Kofaktormatrix der ausgeglichenen Beobachtungen $Q_{\hat{L}\hat{L}}^{n, n}$ und der Kofaktormatrix der Verbesserungen $Q_{vv}^{n, n}$ nötig.

$$s_0^2 = \frac{v^T P v}{1, n * n, n * n, 1} = \frac{v^T P v}{(n - u)}$$

Formel 6-19: Varianz der Gewichtseinheit (a posteriori) (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

$$\Sigma_{\hat{X}\hat{X}} = s_0^2 * Q_{\hat{X}\hat{X}}$$

Formel 6-20: Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009)

$$Q_{\hat{L}\hat{L}} = A_{n, u} * Q_{\hat{X}\hat{X}} * A^T_{u, n}$$

Formel 6-21: Kofaktormatrix der ausgeglichenen Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

$$Q_{vv} = Q_{LL} - Q_{\hat{L}\hat{L}}$$

Formel 6-22: Kofaktormatrix der Verbesserungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)

6.4.1 Der Globaltest der Ausgleichungsrechnung – globale Genauigkeit

Beim Globaltest handelt es sich um einen statistisch strengen F – Test (vgl. Abbildung 6-7). Er prüft, ob der ausgehende Schätzwert (a posteriori) s_0^2 mit der Varianz der Gewichtseinheit (a priori) σ_0^2 im Rahmen der Wahrscheinlichkeit übereinstimmt oder nicht.

Hypothesen:	$H_0: E\{s_0^2\} = \sigma_0^2$	$bei\ s_0 > \sigma_0$
	$H_A: E\{s_0^2\} > \sigma_0^2$	
Testgröße:	$\hat{F} = \frac{s_0^2}{\sigma_0^2}$	$\alpha = 0,05 \hat{=} \text{"signifikant"}$
		$\alpha = 0,01 \hat{=} \text{"hochsignifikant"}$
Quantil:	$F_{f_1, f_2, 1-\alpha} = F_{f_1, \infty, 0,95}$	
Entscheidung:	$\hat{F} \leq F_{f_1, f_2, 1-\alpha} \Rightarrow H_0 \text{ annehmen}$	
	$\hat{F} > F_{f_1, f_2, 1-\alpha} \Rightarrow H_A \text{ annehmen}$	

Abbildung 6-7: Fisher-Test einer empirischen Varianz gegen eine theoretische (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009)

Der Erwartungswert des statistischen Tests liegt hier bei $\hat{F} = 1$. Liegt der Wert weit unter 1, kann davon ausgegangen werden, dass das stochastische Modell „zu locker“ gewählt wurde. Bei einem Wert, der weit über 1 liegt, kann von groben Fehlern in der Ausgleichung ausgegangen werden. Hierbei sollten jedoch immer die Lokaltests beachtet werden. In Kapitel 8.1.1 ist aufgeführt, wo Systra den globalen Test der Ausgleichung anzeigt (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 167).

6.5 Ellipsen in der Ausgleichungsrechnung – lokale Genauigkeit

Für die Betrachtung der lokalen Genauigkeiten des Ausgleichungsergebnisses eines Netzes werden die Konfidenzellipsen aus der Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten $\sum_{u,u}^{\hat{x}\hat{x}}$ berechnet. Die Hauptdiagonale der $\sum_{u,u}^{\hat{x}\hat{x}}$ – Matrix enthält alle Werte, um die Konfidenzellipsen jedes Punktes zu berechnen.

$$\sum_{u,u}^{\hat{x}\hat{x}} = \begin{bmatrix} q_{x_1x_1} & q_{x_1y_1} & q_{x_1x_2} & q_{x_1y_2} & \cdots & q_{x_1x_j} & q_{x_1y_j} \\ q_{y_1x_1} & q_{y_1y_1} & q_{y_1x_2} & q_{y_1y_2} & \cdots & q_{y_1x_j} & q_{y_1y_j} \\ q_{x_2x_1} & q_{x_2y_1} & q_{x_2x_2} & q_{x_2y_2} & \cdots & \cdots & \cdots \\ q_{y_2x_1} & q_{y_2y_1} & q_{y_2x_2} & q_{y_2y_2} & \cdots & \cdots & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ q_{x_jx_1} & q_{x_jy_1} & \vdots & \vdots & \ddots & q_{x_jx_j} & q_{x_jy_j} \\ q_{y_jx_1} & q_{y_jy_1} & \vdots & \vdots & \ddots & q_{y_jx_j} & q_{y_jy_j} \end{bmatrix}$$

$Q_{jj} = \begin{bmatrix} q_{xx} & q_{xy} \\ q_{yx} & q_{yy} \end{bmatrix}$

Abbildung 6-8: Aufbau der Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 273)

Die Ellipse stellt in der Geometrie eine spezielle geschlossene ovale Kurve dar. Für die Darstellung der Konfidenzellipse in einem ausgeglichenen geodätischen Netz ist die Berechnung der großen Halbachse A_K , der kleinen Halbachse B_K sowie des Richtungswinkels θ_F notwendig. Hierbei ist $F_{2,f,1-\alpha}$ das $(1 - \alpha)$ -Quantil der F – Verteilung mit $f_1 = 2$ für zwei Freiheitsgraden in einem geodätischen Lagenetz. f_2 entspricht der Anzahl der überschüssigen Beobachtungen bei der Schätzung von s_0^2 . Systra verwendet zur Darstellung die Helmertschen Fehlerellipsen. Diese beinhalten keine geschätzte Punktlage, welche die wahre Punktlage mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit umfasst. (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 276 - 277).

$$\omega = (q_{xx} - q_{yy})^2 + 4 * q_{xy}^2$$

Formel 6-23: Berechnung der Hilfsgröße für die Berechnung der Ellipsenparameter (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)

Konfidenzellipse

$$B^2 = 2 * F_{2,f,1-\alpha} * \left(\frac{1}{2} * s_0^2 * (q_{xx} + q_{yy} - \omega) \right)$$

Helmertsche Fehlerellipse

Formel 6-24: Berechnung der kleinen Halbachse der Konfidenz- und Helmertschen Fehlerellipse (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)

Konfidenzellipse

$$A^2 = 2 * F_{2,f,1-\alpha} * \left(\frac{1}{2} * s_0^2 * (q_{xx} + q_{yy} + \omega) \right)$$

Helmertsche Fehlerellipse

Formel 6-25: Berechnung der großen Halbachse der Konfidenz- und Helmertschen Fehlerellipse (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)

$$\tan 2\theta_K = 2 * \frac{q_{xy}}{q_{xx} - q_{yy}}$$

Formel 6-26: Berechnung des Richtungswinkels der Konfidenzellipse (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)

6.6 Der Punktfehler

Systra verwendet als lokales Genauigkeitskriterium den sogenannten Punktfehler (vgl. Abbildung 6-9). Bei dem Helmertschen (mittleren) Punktfehler wird die Spur der Kovarianzmatrix verwendet. Hierfür werden erst die Standardabweichungen der Koordinatenunbekannten S_x und S_y und im Anschluss der Punktfehler S_p berechnet.

$$S_x = S_0 * \sqrt{q_{xx}} \qquad S_y = S_0 * \sqrt{q_{yy}}$$

Formel 6-27: Standardabweichungen der Koordinatenunbekannten (Niemeier, Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 274)

$$S_p = \sqrt{S_x^2 * S_y^2}$$

Formel 6-28: Helmertscher Punktfehler (Niemeier, Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 279)

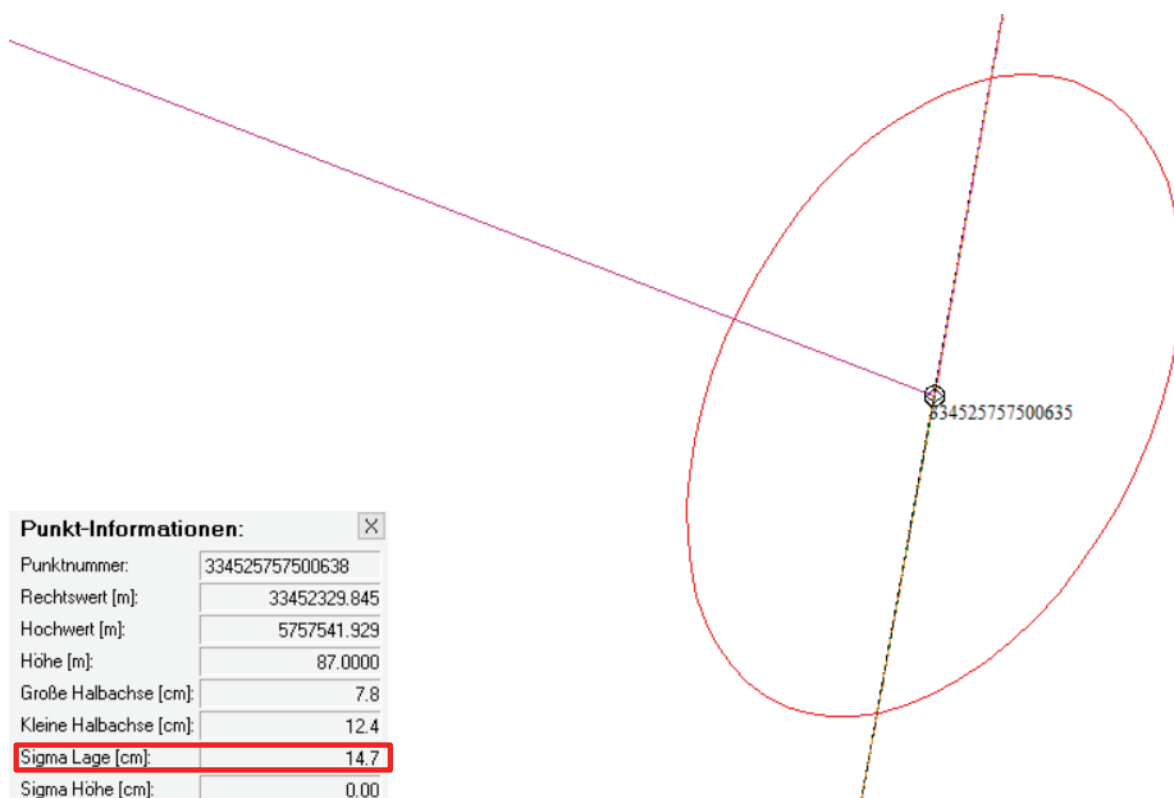


Abbildung 6-9: Helmertsche Fehlerellipse und Punktfehler (rote Markierung) dargestellt in SysPlan

6.7 Redundanzanteile als Beurteilung der Zuverlässigkeit

Die Redundanz ist ein Maß für die überschüssigen Beobachtungen, die für eine eindeutige Bestimmung von Unbekannten unnötig wären. Die Gesamtredundanz r beschreibt also die Kontrollierbarkeit der Unbekannten eines gesamten Projektes. Sie entspricht der Zahl der Freiheitsgrade f .

$$r = f = n - u + d$$

Formel 6-29: Gesamtredundanz

Der Redundanzanteil r_i ist somit der Anteil einer Beobachtung an der Gesamtredundanz. Anders ausgedrückt lässt der Redundanzanteil r_i eine Aussage darüber treffen, wie gut eine Beobachtung durch andere Beobachtungen kontrolliert ist. Der Redundanzanteil einer einzelnen Beobachtung lässt sich mittels der Kofaktormatrix der ausgeglichenen Beobachtungen $Q_{\hat{L}\hat{L}}$ und der Kofaktormatrix der Beobachtungen Q_{LL} berechnen.

$$r_i = 1 - \frac{Q_{\hat{L}\hat{L}_i}}{Q_{LL_i}}$$

Formel 6-30: Berechnung des Redundanzanteils einer Beobachtung

Dabei liegt der Wert des Redundanzanteils zwischen 0 für keine Kontrollen und 1 für eine 100 % kontrollierte Beobachtung.

Tabelle 6-7: Klassifizierung der Redundanzanteile der Beobachtungen (Lehmann, 2020)

Redundanzanteil	Die Beobachtung ist
$0,00 \leq r_1 < 0,01$	Praktisch nicht kontrollierbar
$0,01 \leq r_1 < 0,10$	Schlecht kontrollierbar
$0,10 \leq r_1 < 0,30$	Ausreichend kontrollierbar
$0,30 \leq r_1 < 0,70$	Gut kontrollierbar
$0,70 \leq r_1 \leq 1,00$	Nahezu vollständig redundant

Weitere Parameter zum Beurteilen der Zuverlässigkeit sind die normierte Verbesserung NV_i und der grobe Fehler GF_i . In Kapitel 9.3.4 wird anhand von Beispielen auf die Werte eingegangen.

Projekt

7 Die Vorbereitung des Systra Projektes

Vor der Bearbeitung des QL-Projektes ist ein Überblick über die vorhandenen Vermessungsunterlagen sowie über die vorhandenen Referenzpunkte erforderlich. Erst mit einem ausreichenden Zahlennachweis sowie vorliegenden flächenhaft gut verteilten Referenzpunkten ist eine qualitative Verbesserung des Liegenschaftskatasters mit Hilfe der Ausgleichsrechnung möglich.

7.1 Die Vorbereitung und Würdigung der Vermessungsunterlagen

Dabei hilft das Automatisierte Nachweissystem (ANS) des Landes Brandenburg LIKA-Online.

The screenshot displays the LIKA Online interface. On the left, there is a search panel with hierarchical filters for 'Dahme-Spreewald', 'Gemeinde...', 'Gemarkung...', 'Flur...', 'Straße...', and 'Grundbuchbezirk...'. Below this are search criteria for 'Raumbezug' (F1447014), 'Eigentümer', 'Grundbuchblatt', 'Lage', 'Flurstück' (393), 'Punktnummer', 'Rissnummer (ANS)', 'Identnummer (ANS)', and 'Auftragsgeschäftsbuchnummer (ANS)'. The main area shows a 'Flurstücksliste' with one entry: '1 12-1447-014-00393/0000 Grundbuchblatt 121447-0000845 0202'. Below the list are buttons for 'Hinzufügen', 'Liste exportieren', 'Flurstück-Info exportieren', 'In Zwischenablage kopieren', and 'Zwischenablage einfügen'. The 'Registerkarten' section includes 'Produkte', 'ANS', 'Punktinformation', and 'Druckcenter'. The 'ANS' tab is active, showing checkboxes for 'Entstehung berücksichtigen', 'Flurbezogene Dokumente', and 'Grenzniederschriften', along with buttons for 'Rissliste aktualisieren', 'Risse herunterladen', 'Flurbezogene Dokumente', 'Rissliste drucken', and 'ANS Suche anzeigen'. The 'Rissliste' table below shows a list of documents with columns for 'Identnummer', 'Ablagegemarkung', 'Ablageflur', 'Rissnummer', 'Jahrgang', and 'Auftr.buchnr.'. The table contains 9 rows of data, with the first row highlighted. The interface also includes navigation controls like '<< < 1 > >>' and '1-1 von 1'.

Identnummer	Ablagegemarkung	Ablageflur	Rissnummer	Jahrgang	Auftr.buchnr.
<input type="checkbox"/> 4083582	Lieberose	14	FK 4	0	
<input type="checkbox"/> 4073057	Lieberose	14	UK 1	1863	
<input type="checkbox"/> 4071886	Lieberose	14	RK 1	1865	
<input type="checkbox"/> 0043871	Lieberose	14	FR 19	1924	
<input type="checkbox"/> 0043762	Lieberose	14	FR 57	1947	
<input type="checkbox"/> 4083581	Lieberose	14	FK 3	0	
<input type="checkbox"/> 4083583	Lieberose	14	FK 1	1863	

Abbildung 7-1: LIKA Online (lika.geobasis-bb.de, 2021)

Mit verschiedenen Suchparametern lassen sich alle katasterhistorischen Angaben und Unterlagen zu den Flurstücken filtern und ausgeben. Dies umfasst unter anderem alle Fortführungsrisse, flurbezogene Dokumente wie zum Beispiel Rein- und Urkarten und Grenzniederschriften. Außerdem lassen sich aktuelle Auszüge aus dem

Liegenschaftskataster erstellen wie die aktuelle Liegenschaftskarte oder Bestands-, Flurstücks- und Eigentums- oder Grundstücksnachweise.

Um alle Fortführungsrisse des Projektgebietes zu erfassen, wird im LIKA-Online ein Umring um die Flurstücke gezogen, eine Flurstücksliste und Rissliste heruntergeladen sowie alle Fortführungsrisse ausgegeben (vgl. Abbildung 7-2 rote Ellipse).

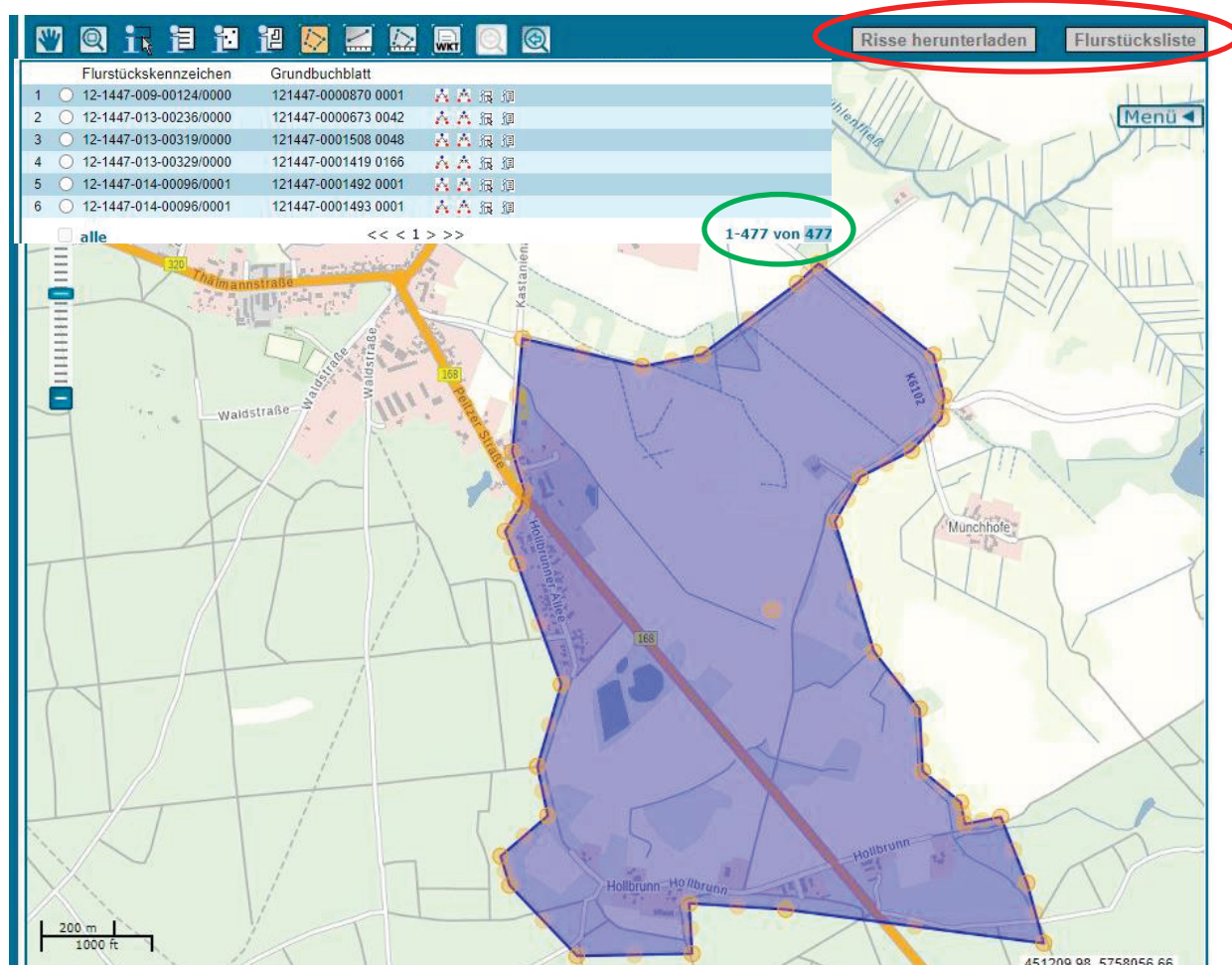


Abbildung 7-2: LIKA Online Umring Fortführungsrisse (lika.geobasis-bb.de, 2021)

Das Projektgebiet wird über ein Polygon in der Übersichtskarte eingetragen. In dem Bearbeitungsgebiet liegen ca. 477 Flurstücke (vgl. Abbildung 7-2 grüne Ellipse). Dabei ist zu beachten, dass durch den überlappenden Umring mehr Flurstücke im Gebiet aufgeführt als letztendlich bearbeitet werden. Danach lassen sich die Fortführungsrisse sowie Grenzniederschriften der betroffenen Flurstücke herunterladen. Insgesamt handelt es sich um 212 Fortführungsrisse und 168 Grenzniederschriften. Im Anschluss wird jeder einzelne Fortführungsrisse begutachtet. Der Umring des Antragsgebietes liegt sehr nahe am Gemarkungszentrum der Stadt Lieberose. Da beim Übernehmen der Fortführungsrisse in das ANS die Suchkriterien

der umliegenden Flurstücke eher großzügig vergeben wurden, werden viele Fortführungsrisse ausgegeben, die nicht im Bearbeitungsgebiet liegen. Dieses ist erforderlich, damit alle Fortführungsrisse in dem Bearbeitungsgebiet bereitgestellt werden. Danach wird jeder Fortführungsrisse dahingehend betrachtet, ob er für das Projekt notwendig ist. Nach dieser Aussortierung bleiben noch 32 Risse übrig. In der Tabelle 7-1 sind die Fortführungsrisse, die zur Eingabe verwendet werden, aufgeführt. Hierbei ist noch zu erwähnen, dass das Projektgebiet im Laufe der Zahleneingabe anhand der Fortführungsrisse erweitert wurde.

Tabelle 7-1: Fortführungsrisse (FR), die zur Zahleneingabe verwendet wurden

Flur	FR	Jahr	Flur	FR	Jahr
14	52	1875		74	1954
	53	1947		76	1957
	54	1947		78	1964
	56	1947		80	1969
	57	1947		84	1975
	60	1947		85	1977
	61	1947		86	1980
	62	1947		87	1980
	63	1947		88	1981
	64	1947		90	1982
	65	1947		91	1982
	66	1947		93	1983
	67	1947		94	1984
	68	1947		96	1984
	69	1947		100	1990
	70	1947			
			15	11	1953

Anhand der Tabelle 7-1 ist zu erkennen, dass die Mehrzahl der Flurstücke während der Bodenreform in der Sowjetischen Besatzungszone im Jahr 1947 entstanden sind. Mehr Informationen zur Bodenreform sind dem Kapitel 5.3.3 zu entnehmen. Außerdem ist anzumerken, dass für die Bodenreformsmessungen keine Grenzniederschriften vorliegen. Es handelt sich also nach

7.2 Die Würdigung der vorhandenen Referenzpunkte

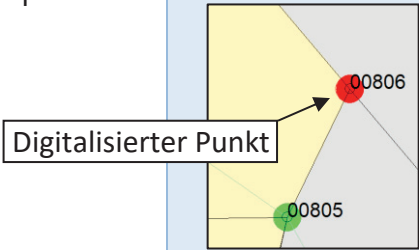
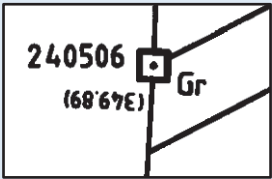
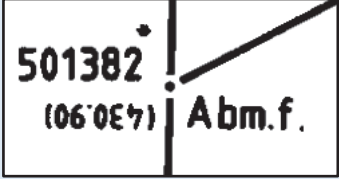
Bei der Untersuchung des Bearbeitungsgebietes auf vorhandene Referenzpunkte ist das amtsinterne GIS sehr hilfreich. Hier ist auf einen Blick die Verteilung aller Passpunkte in dem Bearbeitungsgebiet zu erkennen. Im Laufe der Fortführungsrisseingabe wurde nach Rücksprache das Gebiet erweitert, um ein flächenhaft abgedecktes Referenzpunktfeld zu erhalten. Um später besser unter den schon vorhandenen Referenzpunkten und den im vermessungstechnischen Außendienst neu bestimmten unterscheiden zu können, wird in der Arbeit folgend zwischen Referenzpunkten (Alle Referenzpunkte), Passpunkten (im vermessungstechnischen Außendienst neu bestimmte Referenzpunkte) und Altpunkte (Referenzpunkte, deren Koordinaten schon in der ALKIS – Datenbank vorliegen) unterschieden. Insgesamt umfasst das Gebiet nach der Erweiterung 107 Altpunkte.



Abbildung 7-3: Darstellung der Passpunkte aus dem amtsinternen GIS (Projektumring in Rot)

Jeder im Projekt benutzte Altpunkt wird zur Prüfung in eine Exceltabelle aufgenommen (siehe Anlage II) und nach verschiedenen Kriterien beurteilt. Wichtig dabei ist, aus welchem Jahr die Koordinate stammt und wie sie entstanden ist. Punkte, die zum Beispiel nur berechnet wurden, können nicht als Referenzpunkte dienen. Meist handelt es sich dabei um Grenzpunkte, deren Vermarkung bei Entstehung der Koordinate nicht mehr aufgefunden wurde. Weitere Kriterien sind der Tabelle 7-2 zu entnehmen. Nach Ausschluss bleiben 88 Altpunkte als Referenzpunkte übrig. Die 19 Punkte, welche die Kriterien zum qualifizierten Referenzpunkt nicht erfüllen, werden stochastisch ausgeschaltet ($SL(v) = 99,99$ m) und neu berechnet. Zu bemerken ist, dass bei der Digitalisierung der analogen Karten in Brandenburg jeder Grenz- und Gebäudepunkt eine amtliche Punktnummer erhalten hat, die er nach der Ausgleichung behält.

Tabelle 7-2: Einstufung von Punktarten für das Projekt (Gerstenberger-Zange, 2019)

	Digitalisierte Punkte	Festpunkte	
Punktart	Digitalisierter Punkt	weicher Festpunkt	Stochastisch ausgeschalteter Festpunkt
Berechnung	Näherungswerte	Festpunkt	Festpunkt
Woher	ALKIS®		
Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> - wird als Neupunkt gewertet 	<ul style="list-style-type: none"> - qualifiziert als vorgefunden - Punkte sind vertrauenswürdig - werden mit einer Genauigkeit von 3 cm versehen (GST = 2100) 	<ul style="list-style-type: none"> - qualifiziert als nicht vorgefunden (abm f., k.V.v, n.u., etc.) - Punkte sind berechnet - Punkte sind nicht vertrauenswürdig - Punkt wird stochastisch ausgeschaltet (Sysra : $SL(v) = 99,99$)
Beispiel			

8 Verwendete Programmsysteme

8.1 Systra

Systra ist ein Ausgleichsprogramm der Firma Technet GmbH zur geometrischen Integration heterogener GIS-Daten durch verkettete Transformation und Homogenisierung. Systra besteht aus mehreren Modulen, welche um das zentrale Rechenmodul und Namensgeber Systra einbezogen sind. Dabei wird die Ausgleichsmethode der kleinsten Quadrate, der L2-Norm oder auch Gauß-Markov-Modell genannt, verwendet (technet-gmbh.com, 2021)

8.1.1 SystraShell – Projektverwaltung

In SystraShell erfolgen die Einstellungen über die Ausgleichung wie zum Beispiel die Abbruchschranke der strengen Ausgleichung oder die Steuerung der globalen Standardabweichungen. Systra unterteilt die Standardabweichungen der Beobachtungen in drei unterschiedliche Gruppen mit einer Rangfolge. An letzter Stelle stehen die globalen Standardabweichungen in SystraShell. Sie werden immer dann genutzt, wenn für eine Beobachtung keine Beobachtungsgruppe oder Standardabweichung für zum Beispiel einzelne Ordinaten- oder Abszissenmaße verwendet wird. Die Rangfolge am Beispiel von Beobachtungen in Form einer Messungslinie sieht demnach wie folgt aus:

1. Einzelne Standardabweichungen (zum Beispiel für ein Ordinaten- oder Abszissenmaß einer Messungslinie)
2. Beobachtungsgruppen (diese gelten immer für die gesamte Beobachtungsgruppe zum Beispiel bei Messungslinien, alle Abszissen- und Ordinatenmaße)
3. Globale Standardabweichungen in SystraShell (siehe blau in Abbildung 8-1: Systra Shell)

Ausgleichsstufen

Referenzpunkte	:	2239
verwendet	:	99
nicht verwendet	:	2140
Beobachtungen	:	
Tachymeter	:	0
Polare Standpunkte	:	0
Vermessungsrisse	:	1566
Zusätzliche Abzissen	:	0
Zusätzliche Ordinaten	:	1
Strecken	:	7
Bogenschnitte	:	441
Geradenschnitte	:	19
verwendet	:	18
eliminiert	:	1
Kreisbögen	:	0
Karten	:	
Digitalisierte Koordinaten	:	0
Bedingungen	:	
Rechtwinkel	:	0
Geraden	:	0
Parallelen	:	0
Funktidentitäten	:	0
Unbekannte	:	
Neupunkte	:	882
Orthogonale Systeme	:	311
Messungslinien	:	311
Digitalisierungen	:	0
Näherungswerte für	:	
Neupunkte	:	882
Orthogonale Systeme	:	311

Strenge Ausgleichung...

Iteration 1	ATPV = 0.4148E+01	VVP = 0.2215E+04
Iteration 2	ATPV = 0.2000E-01	VVP = 0.9668E+03
Iteration 3	ATPV = 0.5190E-03	VVP = 0.9642E+03

Ergebnis

Unbekannte	=	3206.0
Redundanz	=	311.0
Sigma0	=	3.0

Nachbarschaftstreue Anpassung...

--> Hinweis 01773 : Nachbarschaftstreue Anpassung nicht notwendig

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 Kreisbögen

Standardabweichungen

Abzissen	6 [cm]	Punktidentitäten	0. [cm]	Kreisbögen	Radius: 50. [cm]
Ordnaten	6 [cm]	Richtungen	0.5 [mpgon]	Pfeilhöhe:	50. [cm]
Nul-Ordinaten	0.01 [cm]	Polarstrecken absolut:	0.5 [cm]	Zentriwinkel:	2. [cm]
Maßstäbe Absz./Ord.:	25 [cm/Åm]	Polarstrecken relativ:	0.5 [cm/Åm]	Peripheriepunkte:	2. [cm]
Digitalisierte Koordinaten:	600. [cm]	Zentrierungen:	0.2 [cm]	Peripheriepunkte:	0.2 [cm]
Maßstäbe Dig. Koordinaten:	20.0 [cm/Åm]	Rechtwinkigkeiten:	3. [cm]	Scheitelpunkte:	100.0 [cm]
Spannmaße absolut:	6 [cm]	Geradigkeiten:	3. [cm]		
Spannmaße relativ:	25. [cm/Åm]	Parallelläten:	3. [cm]		
Niv. Höhenunterschiede (abs.):	0.0 [cm]	Durchfluchtungen:	2. [cm]		
Niv. Höhenunterschiede (rel.):	0.2 [cm/Åm]	Abstände Punkt-Linie:	2. [cm]		
Trig. Höhenunterschiede (abs.):	0.1 [cm]	Parallelen mit Abstand:	2. [cm]		
Trig. Höhenunterschiede (rel.):	1.0 [mpgon]	Lokale Hfiskoordinaten:	5000. [cm]		
Geradenschnitte:	2. [cm]				

Beobachtungshalter

Höhenunterschiede

Maßstäbe Dig. Koordinaten

Sonderhalter

Lokale Hfiskoordinaten

Freie Netzausgleichung

Null-Ordinaten separat

Alle Null-Ordinaten gleich

Kreisbogen-Scheitelpunkte

Beobachtungshalter

Referenzkoordinaten

Abzissen und Ordinaten

Bogenschnitte

Geradenschnitte

Sapos-Messungen

Richtungen

Polarstrecken

Digitalisierte Koordinaten

Punktidentitäten

Rechtwinkigkeiten

Geradigkeiten

Parallelläten

Durchfluchtungen

Abstände Punkt-Linie

Parallelen mit Abstand

Alle auswählen
Keine auswählen

Abbildung 8-1: Systra Shell

Außerdem zeigt SystraShell nach der Ausgleichung verschiedene Parameter wie:

- eine Übersicht der verwendeten Beobachtungen (vgl. Abbildung 8-1 rote Markierung),
- die Anzahl der Iterationen der strengen Ausgleichung (vgl. Abbildung 8-1 grüne Markierung),
- das Ergebnis des Globaltestes (vgl. Abbildung 8-1 lila Markierung Abbildung 8-1: Systra Shell) und
- weitere Hinweise, zum Beispiel dass noch Beobachtungsfehler vorliegen (vgl. Abbildung 8-1 orangene Markierung Abbildung 8-1: Systra Shell).

8.1.2 SysGed – Graphische Editor

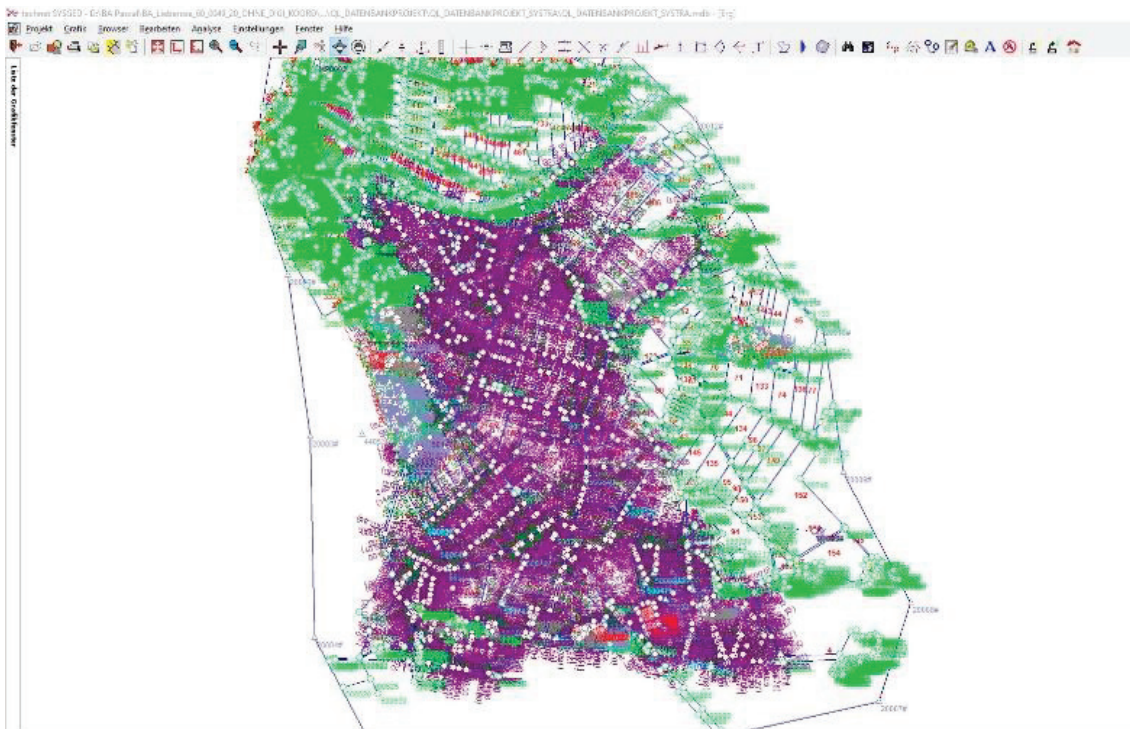


Abbildung 8-2: SysGed mit Messungslinien (Lila Maße)

SysGed ist der Graphische Editor von Systra (vgl. Abbildung 8-2). Hier werden alle Beobachtungen oder Bedingungen manuell eingegeben und grafisch dargestellt. Er beruht auf einer relationalen Datenbank, in der alle Beobachtungen und Punkte, mit deren ergebenden Attributen und Beobachtungsgruppen abgelegt sind und verwaltet werden können.

8.1.3 SysPlan – Analysegrafik

SysPlan ist eine Analysegrafik für die Beobachtungen. Hier werden alle eingegebenen Beobachtungen angezeigt. Nützlich ist auch die Anzeige der Fehlerellipsen der einzelnen Neupunkte. So ist es möglich, sich einen schnellen Überblick über die Genauigkeit des gesamten Projektes zu verschaffen und zum Beispiel zu entscheiden, wo Referenzpunkte die Lagegenauigkeit signifikant verbessern würden. Außerdem ist es mit der Funktion Koorchk möglich, die Ausgangs-NAS-Daten mit den neu berechneten Punkten zu vergleichen und so einen Schwarz-Rot Plot zu erzeugen. In

Schwarz werden dann die vorhandenen Grenzverläufe und in Rot die der Neupunkte angezeigt.

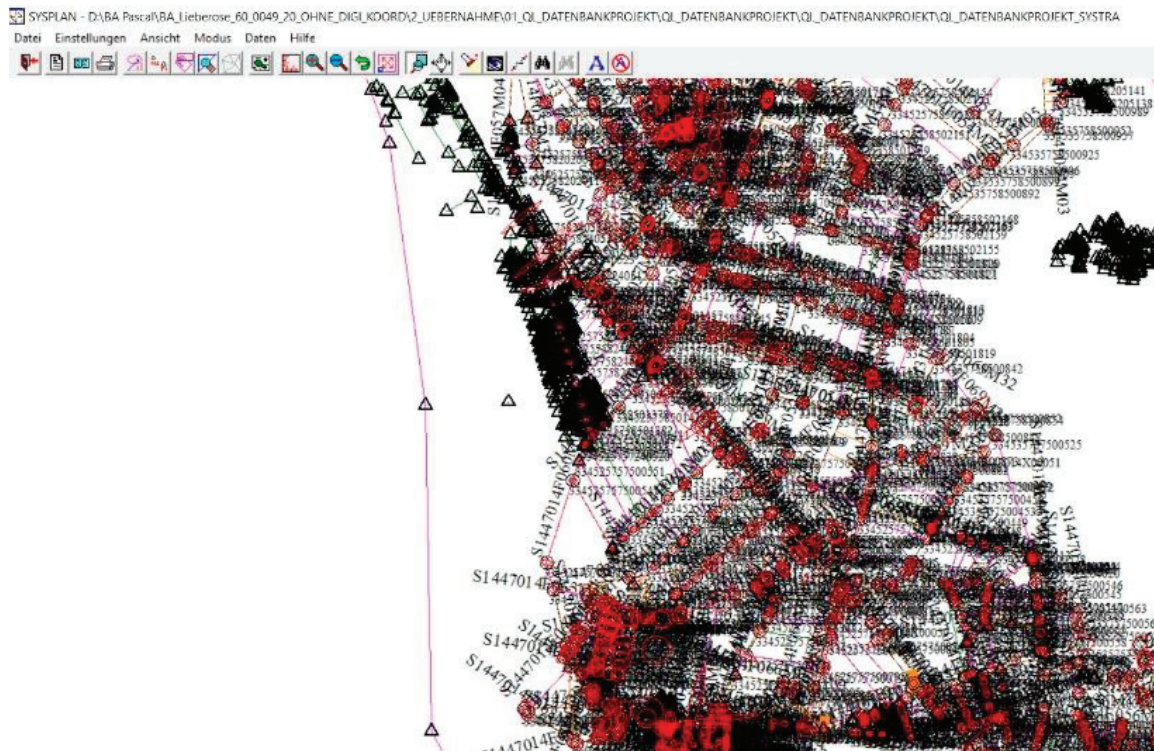


Abbildung 8-3: SysPlan mit Fehlerellipsen (in Rot)

8.2 KIVID

Da Systra nicht in der Lage ist, die von ALKIS vorgeschriebenen und verwendeten Daten der normbasierten Austauschchnittstelle (NAS-Daten) zu verarbeiten, wird eine zusätzliche Software eingesetzt, um die Daten für das Systra-Projekt aufzubereiten. Hierbei handelt es sich um das von der Firma Burg entwickelte Programm Kataster- und Ingenieurvermessung im Dialog (KIVID). Die Software wird für alle im Liegenschaftskataster notwendigen Berechnungsaufgaben bei den Katasterbehörden des Landes Brandenburg eingesetzt. Es hat eine implementierte Funktion, eingelesene NAS-Daten direkt in ein Systra-Projekt umzuwandeln. Dies geschieht zum Anfang des Projektes sowie immer dann, wenn das Liegenschaftskataster in dem Projektbereich durch andere Liegenschaftsvermessungen fortgeführt wurde und eine NAS-Daten-Aktualisierung notwendig ist.

8.3 Citrix Virtual Apps

Citrix Virtual Apps wurde von dem US-Amerikanischen Softwareunternehmen Citrix Systems, Inc. entwickelt und bietet die Möglichkeit, von einem Computer mit einem unterstützten Betriebssystem von überall aus über eine Terminalanwendung auf das Unternehmensnetz zuzugreifen, ohne dass die eigentliche Unternehmenssoftware auf dem verwendeten Rechner installiert sein muss. Dort wird nur ein Citrix-ICA-Client vorausgesetzt. Sie wird verwendet, um auf die Server mit der David-EQK Systemsoftware und somit auf die DHK zugreifen zu können. Diese liegen bei der LGB.

9 Projektbearbeitung

Die Projektbearbeitung wird in mehreren sich teils wiederholenden Schritten durchgeführt. Folgende Grafik (vgl. Abbildung 9-1) soll einen groben Überblick der Bearbeitung eines Projektes mit längerer Bearbeitungszeit darstellen.

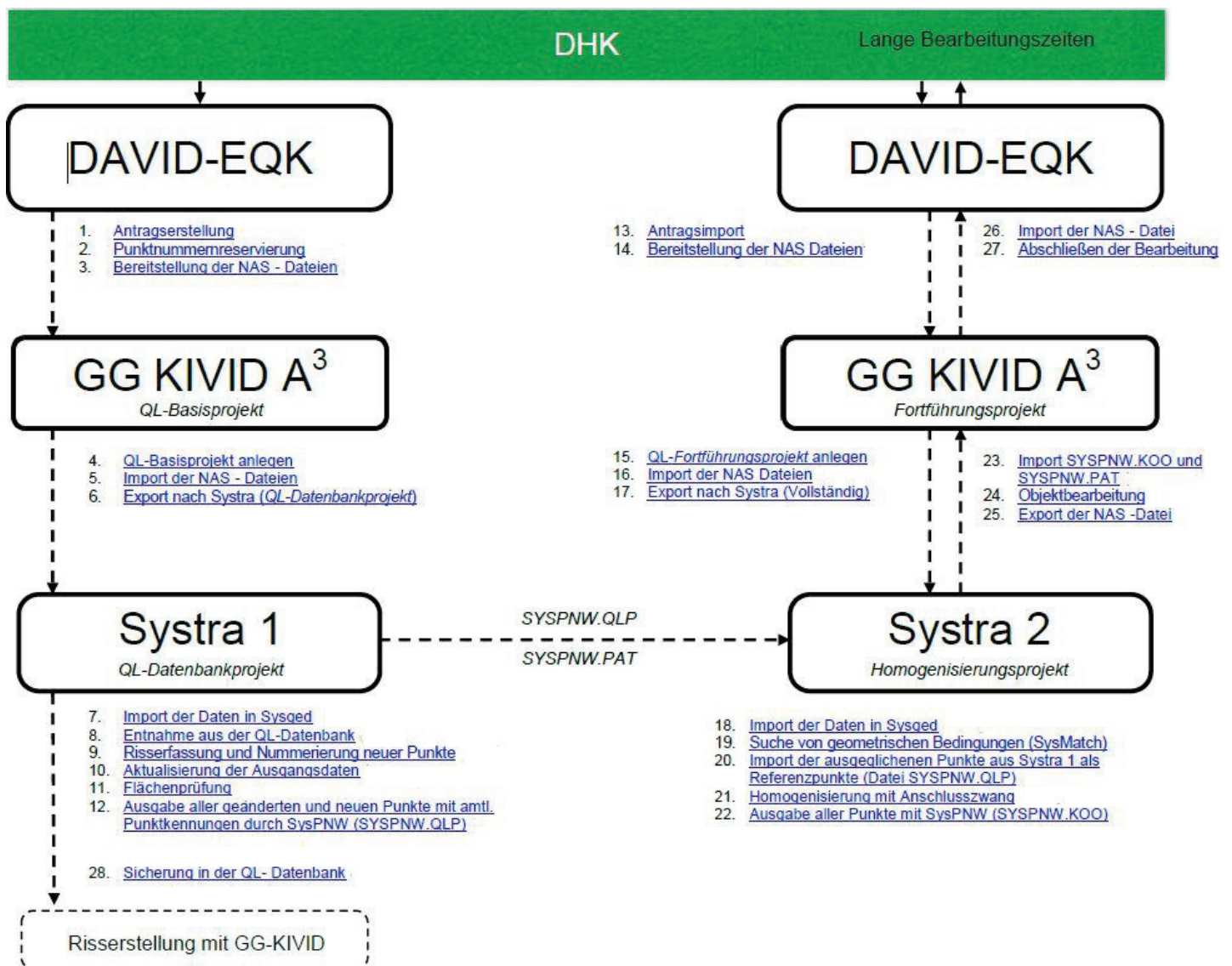


Abbildung 9-1: Ablauf QL-Projekt Brandenburg (mwae.brandenburg.de, 2019)

9.1 DAVID – EQK Antragserstellung und Reservierungen

Der erste Schritt besteht darin, sich die benötigten NAS-Daten aus der DHK zu besorgen. Dies passiert über die DAVID-EQK Funktion, welche durch die Server der LGB über die Citrix-App zu erreichen ist. Hier wird als erstes ein neues Projekt erstellt.

Der Projektname entspricht der Geschäftsbuchnummer des amtsinternen Geschäftsbuches. Danach wird in der Antragsverwaltung erfasst, dass es sich um ein Projekt mit dem Geschäftsprozess GP16 – „Verbesserung der geometrischen Lagegenauigkeit“ mit dem Anlass“ Erneuerung der Lagekoordinaten“ handelt. Über die Bearbeitung des Antrags müssen dann unter dem übergeordneten Arbeitsschritt „Vorbereitende Arbeiten“ mehrere Schritte ausgeführt werden (vgl. Abbildung 9-2: David EQK Antragsbearbeitung).

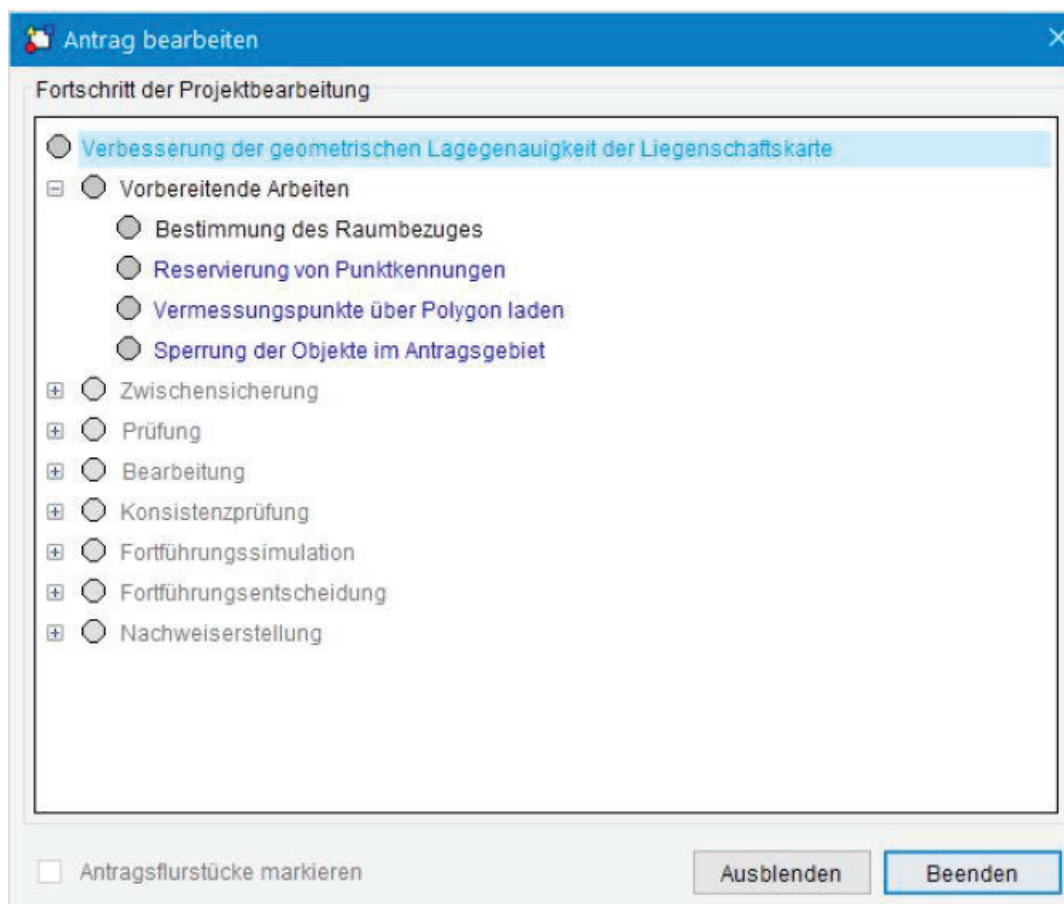


Abbildung 9-2: David EQK Antragsbearbeitung (mwae.brandenburg.de, 2019, S. 6)

Im Punkt „Bestimmung des Raumbezuges“ wird der Umring des Projektgebietes als NAS-Datensatz ausgeladen (vgl. Abbildung 9-3: Umring zur NAS-Datenausgabe). Des Weiteren werden im zweiten Punkt Punktkennungen reserviert. Da im Land Brandenburg jeder digitalisierte Punkt im ALKIS schon eine amtliche Punktnummer erhalten hat, werden neue Punktkennungen nur benötigt, wenn Punkte in Fortführungsrissen oder der Flurkarte übersehen wurden und somit nicht im ALKIS-Datenbestand vorhanden sind. Dann wird der Punkt im Systra-Projekt neu berechnet

und erhält eine Punktnummer aus der erzeugten Reservierungsdatei. Im dritten Punkt „Vermessungspunkte über Polygon laden“ lassen sich zum Beispiel Aufnahmepunkte (AP), Hauptaufnahmepunkte (HAP) oder Trigonometrische Punkte (TP) ausladen. Da diese für das QL-Projekt vorerst nicht benötigt werden, wird dieser Arbeitsschritt übersprungen. Im letzten Unterpunkt „Sperrung der Objekte im Antragsgebiet“ lassen sich, wie der Name schon sagt, alle Objekte, die im gewählten Umring der „Bestimmung des Raumbezuges“ liegen, sperren. Damit ist eine Fortführung in dem Gebiet nicht mehr möglich, bis die Bearbeitung des QL-Projektes abgeschlossen ist. Da es sich hierbei um ein Projekt handelt, welches sich über mehrere Monate erstreckt, wird dieser Punkt übersprungen, um Fortführungsvermessungen, die möglicherweise in dem Gebiet stattfinden sollen, nicht zu behindern.

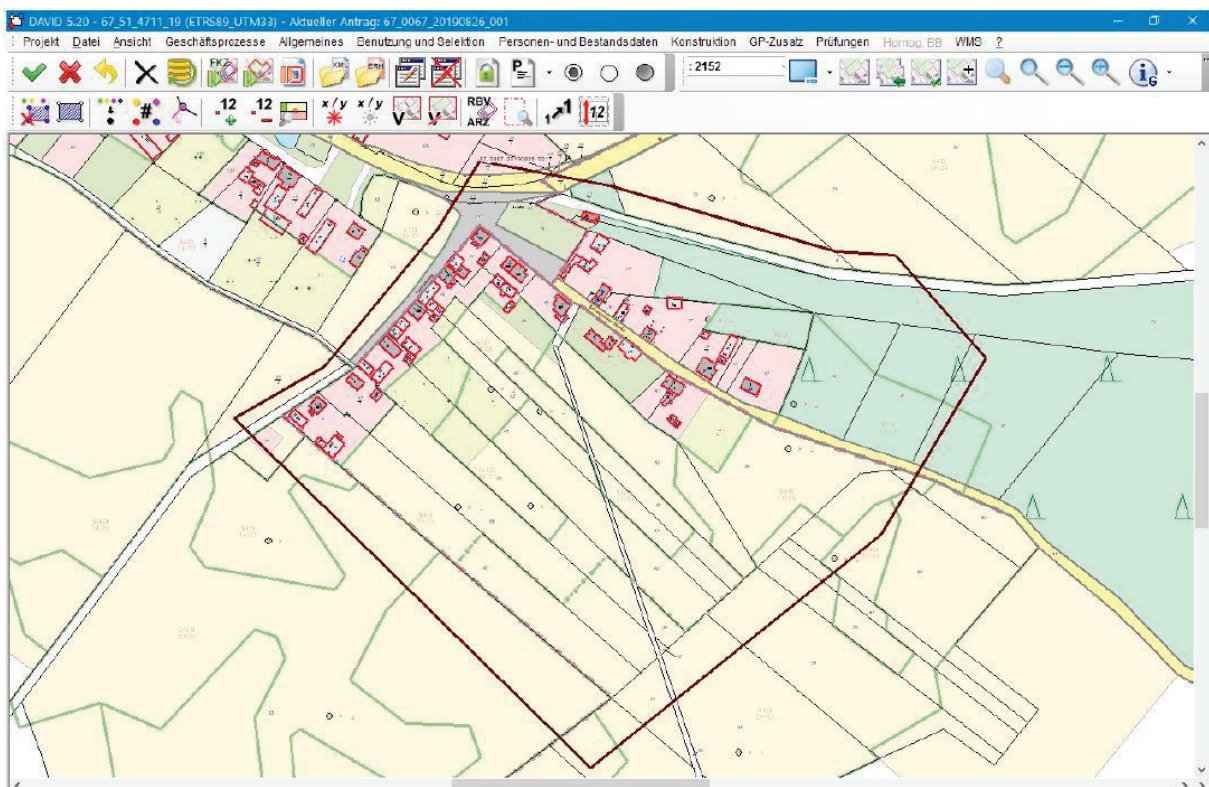


Abbildung 9-3: Umring zur NAS-Datenausgabe (mwae.brandenburg.de, 2019, S. 10)

9.2 KIVID QL – Basisprojekt

Im KIVID QL – Basisprojekt werden die mit DAVID-EQK ausgelesenen NAS-Daten eingelesen und mit der implementierten QL-Funktion das Systra Projekt erstellt.

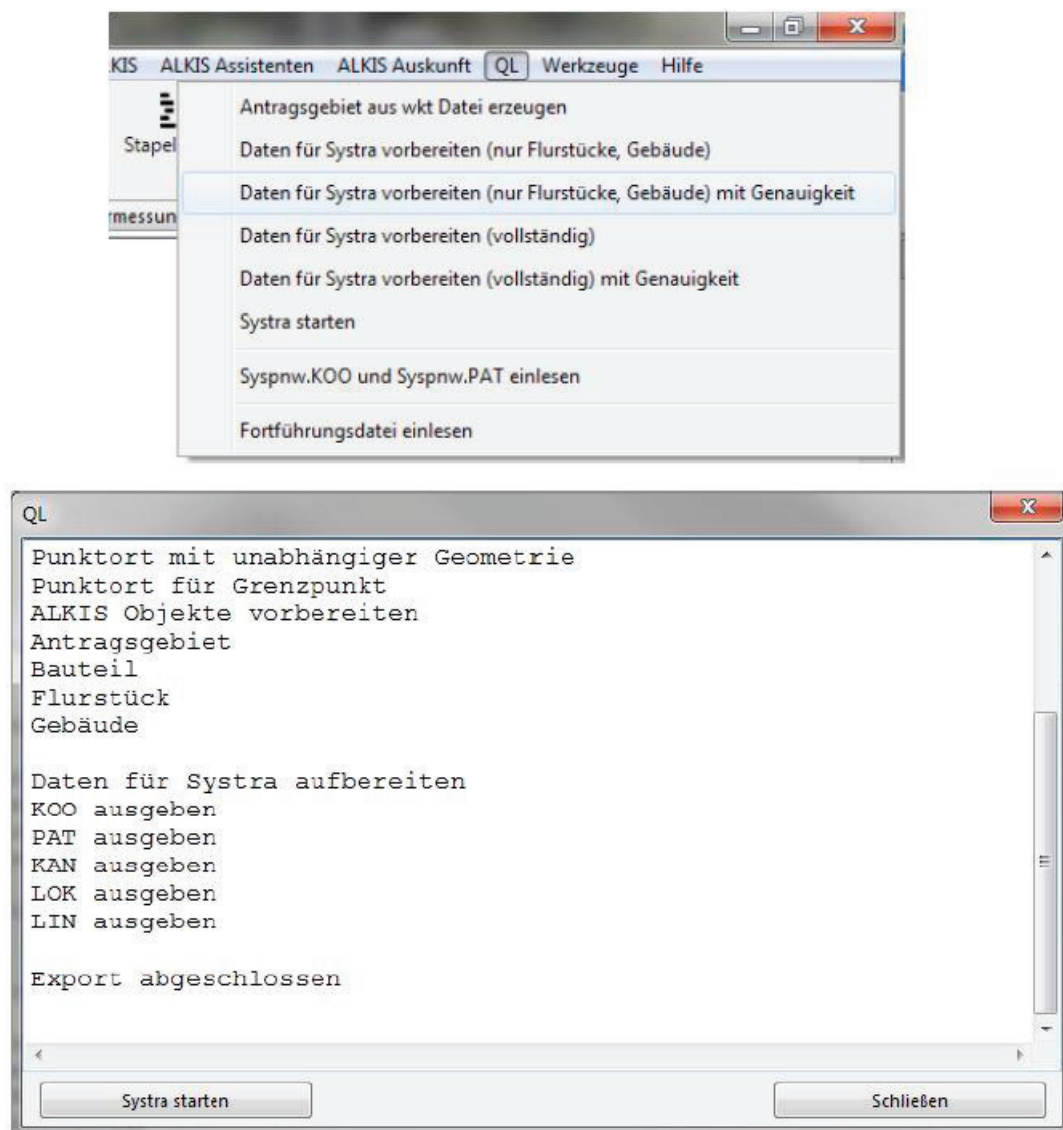


Abbildung 9-4: KIVID Export in der Systra Projekt (mwae.brandenburg.de, 2019)

KIVID wird bis zum Abschluss der Fortführungsrisseingabe nur noch dann benötigt, wenn eine Aktualisierung der NAS – Daten erforderlich ist. Dies wäre zum Beispiel dann der Fall, wenn sich das Projektgebiet erweitert.

9.3 Bearbeitung des Systra Projektes

9.3.1 Beobachtungen

Die Beobachtungen unterliegen aufgrund der späteren Überführung des Projektes in die QL-Datenbank einer bestimmten Codierung. Die Systemnamen werden im gesamten Land Brandenburg einheitlich vergeben und sind somit eindeutig zuzuordnen. Der Systemname setzt sich aus Gemarkungsschlüssel, Flurnummer und Unterlagentyp zusammen. Die Gliederung ergibt sich aus folgendem Beispiel:

Systemname:

G	G	G	G	F	F	F	T	U	U	U	B	N	N
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Beispiel aus dem Projekt:

1	4	4	7	0	1	4	F	0	6	4	M	0	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(vgl. rote Ellipse Abbildung 9-5: Beispiel Messungsliniensystemnamen aus dem Projekt)

Tabelle 9-1: Aufbau Beobachtungssystemnamen

Stelle	Kürzel	Informationsinhalt	Beispielprojekt	Bemerkung
1 – 4	G	Gemarkungsschlüssel	1447	Lieberose (1447)
5 – 7	F	Flur	014	Flur 14
8	T	Unterlagentyp	F	Fortführungsriß
9 – 11	U	Blattnummer	064	FR 64
12	B	Beobachtungstyp	M	Messungslinie
13 – 14	N	Nummer der Systeme	03	Beginnend mit 1 pro Blatt und Beobachtungstyp

Beispiel aus dem Projekt:

Messungslinien (Abszissen und Ordinaten) bearbeiten

Messungsliniensystem: 1447014F064M03

Punkte und Messwerte (mindestens für 2 Punkte vollständig angeben)

Nr.	Punkt	Ordinate	S(v)	▼ Abs...	S(v)	Katasternachweis
2	334525757500543	0.000	0.000	0.000	0.000	1447014F064
1	1447014X00018	0.000	0.000	1.000	0.000	1447014F064
3	334525757500546	0.000	0.000	15.900	0.000	1447014F064

Messwerte

Ordinate: 0.000 [m]

S(v): 0.0000 [m]

Abszisse: 1.000

S(v): 0.0000 [m]

weitere Attribute

Beobachtungsgruppe: MLI-N-010

Katasternachweis: 1447014F064 Synchron für alle

Text: Synchron für alle

Abbildung 9-5: Beispiel Messungsliniensystemnamen aus dem Projekt

Tabelle 9-2: Weitere Unterlagentypen

ANS	Unterlage	Kodierung
NR	Neumessungsriß	N001
HR	Handriß	H001
EK	Ergänzungskarte	E001
SK	Separationskarte	S001
	Urkarte	U001
	Reinkarte	R001
	Andere Unterlagen	A001

Tabelle 9-3: Weitere Beobachtungstypen:

Beobachtung	Kodierung
Lokale Koordinaten	L
Durchfluchtung	D
Parallelität	P
Abstand Punkt Linie	A
Winkelmessung	W

9.3.2 Beobachtungsgruppen

Zu Beginn der Bearbeitung wird eine Systemdatei mit verwendeten Beobachtungsgruppen eingelesen. Die Namen der Beobachtungsgruppen unterliegen, wie die Namen der Beobachtungssysteme, einem festen Schema. Dies ist aufgrund der Homogenität der QL-Datenbank notwendig. Das Schema setzt sich aus drei Teilen zusammen:

TTT – X – ZZZ

- TTT** Beobachtungstyp
- X** Normalfall „N“ (Beispiel bei Messungslinien Meter),
Beobachtungsabhängig „R“ (Rutenmaß), „4“, „5“, „6“ – Parameter bei
Digitalisierungen oder „G“ bei Polarmessungen Grad statt Gon
- ZZZ** Standardabweichung in cm (z.B. 10cm = 010) außer bei der polaren
Aufnahme in mgon)

Beispiele wären:

Tabelle 9-4: Beispiele Bezeichnungen Beobachtungsgruppen

MLI – N – 001	Messungslinie – Normal – Standardabweichung = 1cm
MLI – R – 010	Messungslinien – Ruten – Standardabweichung = 10 cm
DIG – 4 – 050	Digitalisierung – 4PT – Standardabweichung = 50 cm

Die Beobachtungsgruppen werden direkt beim Eingeben einer Messungslinie in SysGed festgelegt. Bei dem bearbeiteten Projekt liegen fast ausschließlich orthogonale Messungslinien vor.

9.3.3 Eingabe einer Beobachtung

Das Projekt wird zur übersichtlicheren Ausgleichung vorerst ohne digitale Koordinaten berechnet. Dafür ist es nötig, mit der Eingabe der Messungslinien an Referenzpunkten zu beginnen und dann die Liegenschaftszahlen der einzelnen Fortführungsrisse nacheinander einzugeben. Außerdem muss auf die Berechenbarkeit der eingegebenen Systeme geachtet werden. Liegt das eingegebene System nicht genau definiert im Raum, ist eine Ausgleichung nicht möglich. So ist es oft erforderlich, erst mehrere Messungslinien einzugeben, die sich gegenseitig stützen, bevor sie berechnet werden können. Ein Problem bei dieser Vorgehensweise entsteht, wenn Beobachtungsfehler auftreten, die dann oft schwer zu lokalisieren sind. In den

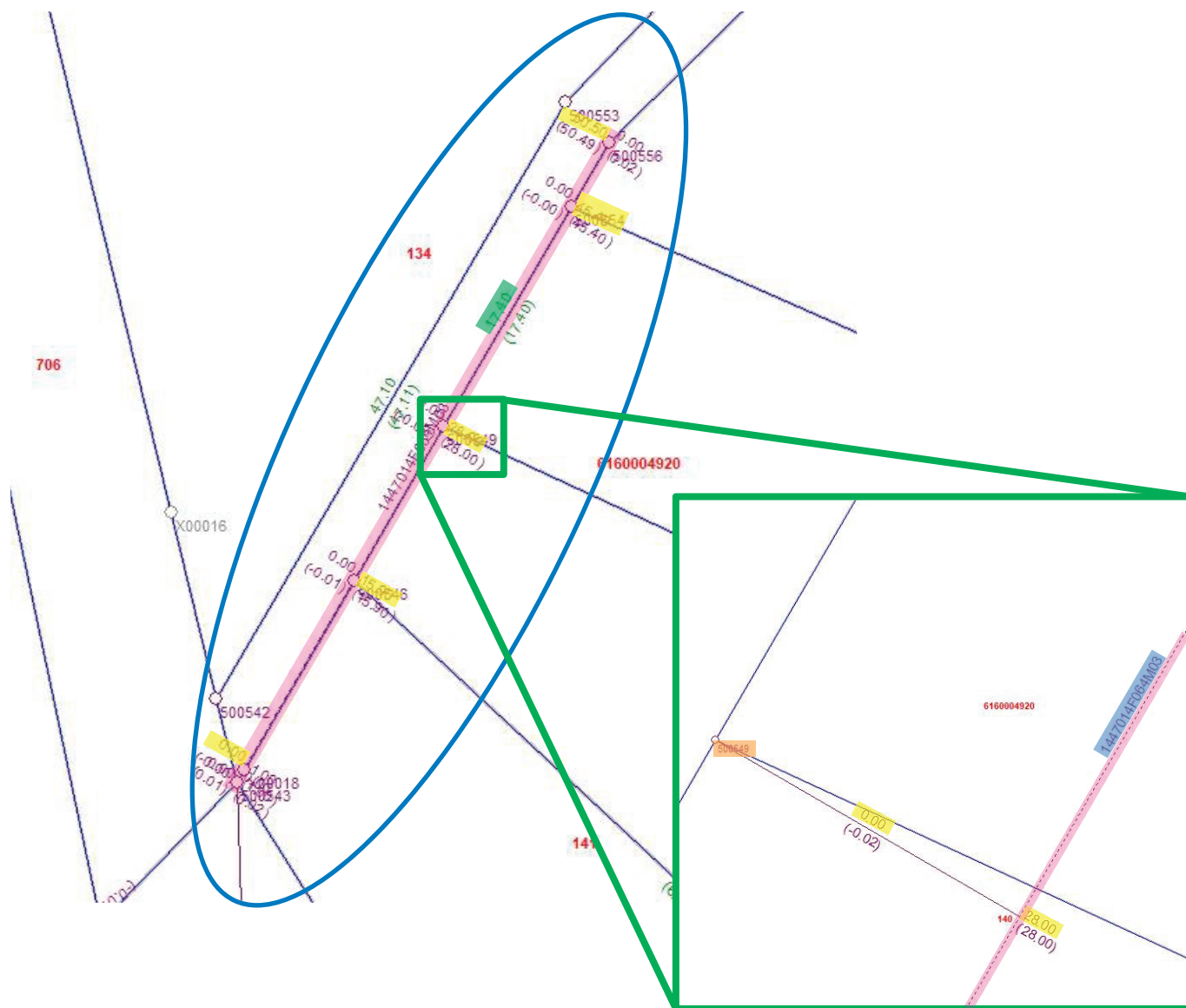


Abbildung 9-7: Messungslinie aus dem Systra Projekt

Im grafischen Editor SysGed ist es schwer, die eingegebenen Liegenschaftszahlen hervorzuheben, da hier sowohl die Eingabe (gelbe Markierung in Abbildung 9-7), das ausgeglichene Ergebnis der Eingabe (Klammerwert unter gelben Markierungen in Abbildung 9-7) und die Punktnummer (blaue Markierung Abbildung 9-7) über dem gleichen Punkt liegen. Dies erschwert sich umso mehr, wenn viele Messungen einen einzelnen Punkt betreffen. Erst mit einer Vergrößerung der Darstellung lassen sich die Messwerte richtig zuordnen. Im Zoom ist auch zu erkennen, dass die ausgeglichene Messungslinie in der Ordinate 2 cm abweicht.

Messungslinien (Abszissen und Ordinaten) bearbeiten

Messungsliniensystem: 1447014F064M03

Punkte und Messwerte (mindestens für 2 Punkte vollständig angeben)

Nr.	Punkt	Ordinate	S(v)	Abs...	S(v)	Katasternachweis
2	334525757500543	0.000	0.000	0.000	0.000	1447014F064
1	1447014X00018	0.000	0.000	1.000	0.000	1447014F064
3	334525757500546	0.000	0.000	15.900	0.000	1447014F064
4	334525757500549	0.000	0.000	28.000	0.000	1447014F064
5	334525757500554	0.000	0.000	45.400	0.000	1447014F064
6	334525757500556	0.000	0.000	50.500	0.000	1447014F064

Messwerte

Ordinate: 0.000 S(v) 0.0000 [m]

Abszisse: 1.000 S(v) 0.0000 [m]

weitere Attribute:

Beobachtungsgruppe: MLI-N-010







Katasternachweis: 1447014FD64 Synchron für alle

Text: Synchron für alle

Vorschau Neuer Punkt Übernehmen Schließen Verkleinern <

Abbildung 9-8: Eingabefenster für die Messungslinien aus Systra

Tabelle 9-5: Erläuterung der Eingabe der Beobachtungen

Markierung	Bedeutung	Bemerkung
	Punktnummer	
	Messungsliniensystem	vgl. 9.3.1 Beobachtungen
	Eingabewerte Ordinaten- und Abszissenmaße	grau markiert = ausgewählte Spalte
	Gewählte Beobachtungsgruppe	vgl. 9.3.2 Beobachtungsgruppen
	Katasternachweis	Kodierung aus welchem Katasternachweis die Beobachtung stammt, notwendig da Messungslinien über mehrere Fortführungsrisse betreffen können
	Standardabweichung einzelne Beobachtung	vgl. 8.1.1 SystraShell – Projektverwaltung

9.3.4 Fehlersuche – „Data Snooping“ am praktischen Beispiel

Liegen Beobachtungsfehler vor, wird dies im Systra „Meldungen“-Fenster angezeigt (siehe orange in Abbildung 8-1: Systra Shell). Daraufhin ist das Systra-Protokoll zu prüfen. Begonnen wird hier im Feld der größten normierten Verbesserungen. Aus dem Ausgleichsalgorithmus lässt sich neben den Verbesserungen auch der Redundanzanteil berechnen. Er gibt eine Auskunft über die Kontrolle von verschiedenen Beobachtungen. Dieser Wert liegt zwischen 0 (keine Kontrolle) und 1 (sehr gute Kontrolle). Der EV-Wert¹⁸, welcher in Systra Verwendung findet, ist ein Prozentwert, also der Redundanzanteil mit 100 multipliziert. Der zweite wichtige Wert aus dem Systra-Protokoll ist der NV-Wert. Er berechnet sich aus der Verbesserung, der Redundanz und der Standardabweichung. Bei der normierten Verbesserung handelt es sich um einen Baarda-Test, der mit einem Schwellenwert von 3,29 verglichen wird. Dies entspricht einem Quantil von 99,9 % was 3,29-mal der Standardabweichung entspricht, also einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 %. Der letzte wichtige Wert, welcher dem Systra-Protokoll zu entnehmen ist, ist der GF-Wert. Er beschreibt den möglichen groben Fehler einer Beobachtung.

$$NV_i = \frac{|v_i|}{\sigma_i * \sqrt{r_i}} \qquad GF_i = \frac{-v_i}{r_i}$$

Formel 9-1: Normierte Verbesserung (links); Grobe Fehler (rechts)

- NV_i = Normierte Verbesserung
- GF_i = Grobe Fehler (in Meter)
- v_i = Verbesserung (in Meter)
- σ_i = Standardabweichung (in Meter)
- r_i = Redundanz (Einheitslos)

a) vermuteter Fehler im Zahlenwerk

In folgenden Bildern wird an einem Beispiel dargestellt, wie das Data – Snooping mit Systra funktioniert. Am markierten Beispiel in der Liste der größten normierten Verbesserung erkennt man, dass in demselben Punkt die normierten Verbesserungen

¹⁸ EV = Einfluss der Verbesserung

von drei Beobachtungen über dem Schwellenwert liegen und sogar denselben Wert aufweisen. Hier handelt es sich einmal um das Abszissen- und Ordinatenmaß des Punktes 334525757500461 in der Messungslinie S1447014F069M19, und einem darauf gehenden Spannmaß. Dies ist meistens ein Zeichen dafür, dass es ausreicht, einen der Werte stochastisch abzuschalten, um den Fehler aufzudecken (vgl. Abbildung 9-9 rote Markierung). Oft ist es schwer, das fehlerhafte Maß zu ermitteln.

Größte normierte Verbesserungen											
LfdNr	Beobachtungstyp	Katasternachweis	System/Punkt	Punkt/Von Punkt	Nach Punkt	Beobachtung	S (v)	NV ()	EV (%)		
1	Spannmaß	1447014F061		334525758501518	334525758501569	100.750	m	5.0	cm	5.0***	26.3
2	Referenzpunkt (XY)			334525758240507	5758150.656	33452214.986	m	3.0	cm	5.0***	21.1
3	Abszisse	1447014F069	S1447014F069M28	334535757500525		0.000	m	5.0	cm	4.6***	8.3
4	Maßstab (XY)	1447014F069	S1447014F069M28		4-PT	0.9998835		25.0	cm/km	4.5***	1.1
5	Abszisse	1447014F069	S1447014F069M02	334535757204003		263.650	m	5.0	cm	4.5***	33.5
6	Abszisse	1447014F060	S1447014F060M06	334525758501389		29.900	m	5.0	cm	4.2***	48.2
7	Ordinate	1447014F061	S1447014F060M08	334525757500535		0.000	m	5.0	cm	4.2***	3.3
8	Spannmaß	1447014F060		334525758240508	334525758240507	27.250	m	5.0	cm	4.2***	69.9
9	Ordinate	1447014F057	S1447014F057M39	334525758501596		28.850	m	5.0	cm	4.1***	22.3
10	Abszisse	1447014F066	S1447014F066M10	334525757500744		255.500	m	5.0	cm	4.1***	46.6
11	Ordinate	1447014F066	S1447014F066M09	1447014X00001		0.000	m	5.0	cm	4.0***	10.2
12	Referenzpunkt (XY)			334525757500767	5757640.232	33452650.463	m	6.0	cm	4.0***	21.2
13	Abszisse	1447014F069	S1447014F069M02	334535757204006		264.150	m	5.0	cm	4.0***	27.8
14	Ordinate	1447014F067	S1447014F067M07	334525757205000		0.000	m	5.0	cm	4.0***	10.5
15	Abszisse	1447014F069	S1447014F069M28	334535758500852		72.150	m	5.0	cm	3.9***	8.1
16	Ordinate	1447014F061	S1447014F060M08	334525757500547		0.000	m	5.0	cm	3.9***	26.3
17	Abszisse	1447014F057	S1447014F057M48	334525758501599		118.400	m	5.0	cm	3.9***	21.5
18	Spannmaß	1447014F061		334525758501479	334525757500699	238.200	m	5.0	cm	3.9***	31.7
19	Ordinate	1447014F061	S1447014F061M03	334525757500699		0.000	m	5.0	cm	3.9***	28.7
20	Referenzpunkt (XY)			334525758240512	5758361.411	33452197.279	m	3.0	cm	3.8***	8.2
21	Abszisse	1447014F066	S1447014F066M06	334525757500727		0.000	m	5.0	cm	3.8***	32.4
22	Maßstab (XY)	1447014F066	S1447014F066M06		4-PT	0.9997801		25.0	cm/km	3.8***	5.2
23	Abszisse	1447014F066	S1447014F066M06	334525757500741		80.650	m	5.0	cm	3.8***	32.4
24	Ordinate	1447014F053	S1447014F053M20	334525758502155		0.000	m	5.0	cm	3.8***	3.3
25	Spannmaß	1447014F066		334525757500724	334525757500764	106.200	m	5.0	cm	3.8***	64.8
26	Abszisse	1447014F069	S1447014F069M19	334525757500871		242.900	m	5.0	cm	3.8***	2.5
27	Spannmaß	1447014F069		334525757500871	334535757500461	62.400	m	5.0	cm	3.8***	26.4
28	Ordinate	1447014F069	S1447014F069M19	334525757500871		0.000	m	5.0	cm	3.8***	23.9

Abbildung 9-9: Liste der Größten Normierten Verbesserungen

Als erster Schritt wird nun die Messungslinie, das Spannmaß und deren jeweilige grobe Fehler betrachtet.

LfdNr	Von Punkt	Nach Punkt	Strecke	S (v)	V	EV	GF	NV	Str. (Erd)
			m	cm	cm	%	cm		m
369	334525757500870	334535757500460	63.300	5.0	3.5	34.6	-10.2	1.2	63.335
370	334525757500871	334535757500461	62.400	5.0	-9.8	26.4	37.2	3.8***	62.302
371	334525757500873	334535757500469	89.450	5.0	6.1	14.1	-42.9	3.2	89.511

Abbildung 9-10: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (Fehlerhafte Beobachtung)

Orthogonale Messwerte															
LfdNr	Lokales System	Punktzeichen	Abszisse	S (v)	V-X	EV-X	GF-X	NV-X	Ordinate	S (v)	V-Y	EV-Y	GF-Y	NV-Y	
			m	cm	cm	%	cm		m	cm	cm	%	cm		
1280	S1447014F069M19	334535757500525	0.000	5.0	0.3	2.3	-14.0	0.4	0.000	5.0	-3.7	5.8	64.2	3.1	
1281	S1447014F069M19	1447014X000051	44.650	5.0	-3.2	5.7	55.4	2.6	0.000	5.0	-2.7	7.7	35.5	2.0	
1282	S1447014F069M19	334535757500472	110.000	5.0	-0.0	-	unkontrolliert	-	0.000	5.0	0.0	-	unkontrolliert	-	
1283	S1447014F069M19	334525757500871	242.900	5.0	3.0	2.5	-120.8	3.8***	0.000	5.0	9.3	23.9	-39.1	3.8***	
1284	S1447014F069M19	334525757500870	247.100	5.0	-2.2	13.0	17.2	1.2	0.000	5.0	-1.7	35.6	4.6	0.6	
1285	S1447014F069M19	334525757500864	268.400	5.0	1.7	2.1	-79.3	2.3	0.000	5.0	5.5	22.8	-24.2	2.3	
1286	S1447014F069M19	334525757500855	328.200	5.0	-3.5	37.4	9.5	1.2	0.000	5.0	0.8	33.7	-2.3	0.3	

Abbildung 9-11: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (Fehlerhafte Beobachtung)

Danach wird der Fortführungsriß FR 69 auf mögliche Eingabefehler geprüft. Hier wurden keine Eingabefehler festgestellt.

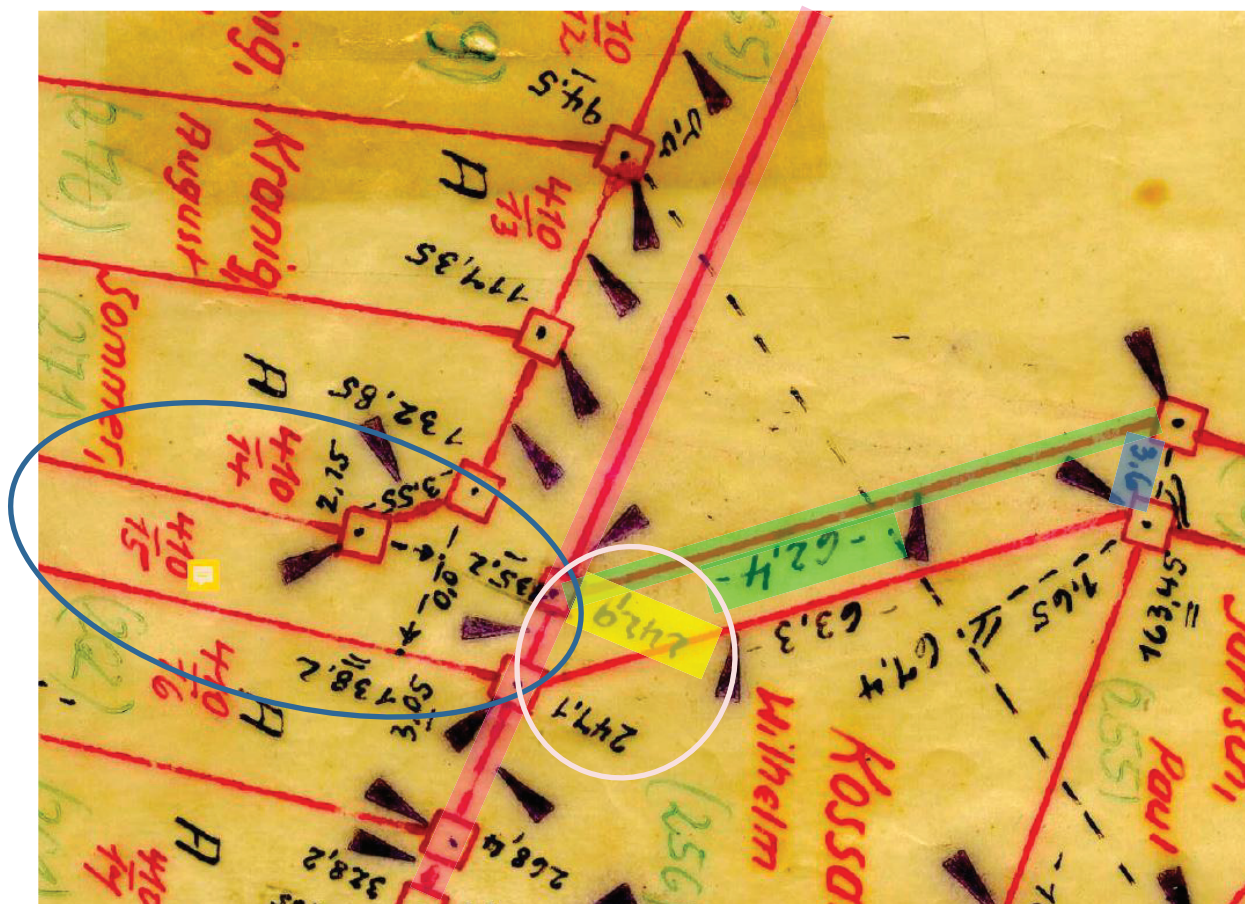


Abbildung 9-12: Auszug aus dem FR 69

Es fällt auf, dass der EV-Wert des Abszissenmaßes mit 2,5 % sehr gering ausfällt, während das Ordinaten- sowie Spannmaß mit den Werten von 23,9 % beziehungsweise 26,4 % ausreichend kontrolliert wurde (vgl. Abbildung 9-11). Dieses weist darauf hin, dass das Spannmaß senkrecht zu der Messungslinie gemessen wurde und sich die beiden Maße gegenseitig kontrollieren. Ein Blick in SysGed bestätigt diese Vermutung (vgl. Messungslinie rot; Spannmaß grün Abbildung 9-11).

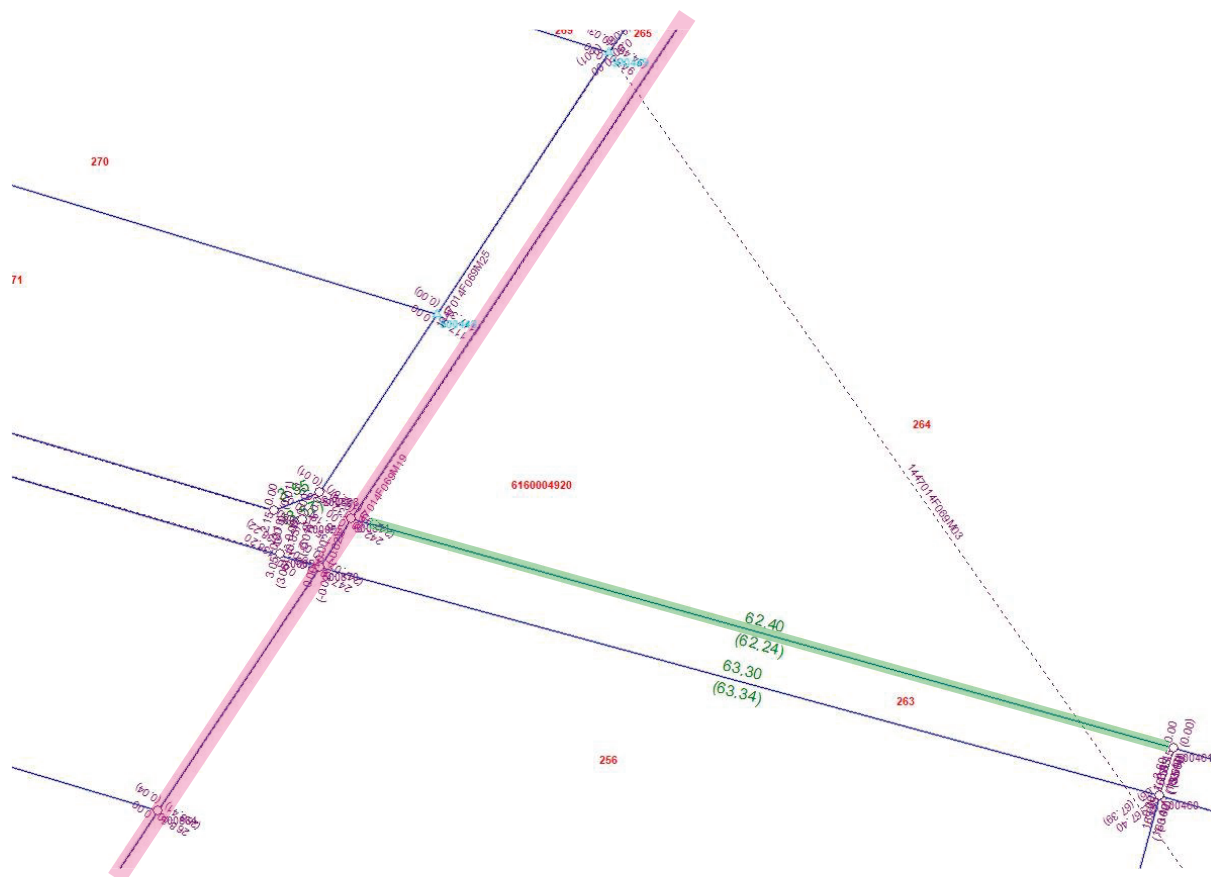


Abbildung 9-13: Auszug Beobachtungsfehler Beispiel aus SysGed

Beim Betrachten des Fortführungsrisse FR 69 lässt sich feststellen, dass die Wegebreite an anderen Stellen von der Wegebreite am betroffenen Punkt abweicht. Subtrahiert man die Abszissenmaße am fehlerbehafteten und dem folgenden Punkt $247,1 \text{ m} - 242,9 \text{ m}$ ergibt sich eine Wegbreite von $4,2 \text{ m}$ (vgl. Abbildung 9-12 weiße Ellipse). Weiter östlich erkennt man eine Wegebreite von $3,6 \text{ m}$ und westlich Wegebreiten zwischen $3,0 \text{ m}$ und $3,25 \text{ m}$ (nicht mehr im Bildausschnitt) (vgl. Abbildung 9-12 blaue Markierung und blaue Ellipse). Vermutlich hat das Abszissenmaß $242,9 \text{ m}$ einen Meterfehler und sollte eigentlich $243,9 \text{ m}$ betragen. Damit ergibt sich eine Wegebreite im Punkt 334525757500461 mit $3,20 \text{ m}$. Auch der grobe Fehler im Abszissenmaß von $-120,8 \text{ cm}$ bekräftigt diese Vermutung. Dieser vermutete Fehler wird korrigiert, das heißt als Eingabe das Maß $243,9 \text{ m}$ gewählt. Mit der Entscheidung sind die Beobachtungsfehler, die den Punkt 334525757500461 betreffen, nicht mehr vorhanden. Sie werden nicht mehr in der Tabelle der Größten normierten Verbesserung aufgeführt. Die Messungslinie und das Spannmaß werden im Protokoll wie folgt aufgeführt vgl. Abbildung 9-14 und Abbildung 9-15):

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
1316	S1447014F069M19	334525757500472	110.000	5.0	-0.0	-	unkontrolliert	-	0.000	5.0	-0.0	-	unkontrolliert	-
1317	S1447014F069M19	334525757500871	243.900	5.0	0.7	2.8	-23.6	0.8	0.000	5.0	1.9	23.8	-8.1	0.8
1318	S1447014F069M19	334525757500870	247.100	5.0	-2.4	14.5	16.5	1.3	0.000	5.0	2.2	35.9	-6.2	0.7

Abbildung 9-14: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (korrigierte Beobachtung)

LfdNr	Von Punkt	Nach Punkt	Strecke m	S(v) cm	V cm	EV %	GF cm	NV	Str. (Erd) m
369	334525757500870	334535757500460	63.300	5.0	0.0	34.8	-0.1	0.0	63.300
370	334525757500871	334535757500461	62.400	5.0	-2.0	26.6	7.6	0.8	62.380
371	334525757500873	334535757500469	89.450	5.0	5.8	14.1	-41.1	3.1	89.508

Abbildung 9-15: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (korrigierte Beobachtung)

Hierbei ist anzumerken, dass diese Entscheidung durch örtliches Aufsuchen des fehlerhaften Punktes 334525757500461 überprüft werden sollte.

b) Eingabefehler

In dem bearbeiteten Projekt wurden insgesamt 1763 Orthogonale Maße und 481 Spannmaße eingegeben. So ist es nicht ungewöhnlich, dass vereinzelt Eingabefehler als menschliche Fehler vorkommen. Dabei kann es sich um einfache Zahlendreher handeln oder um schlecht erkennbare Maße im vorhandenen Zahlenwerk. Folgendes Beispiel soll einen solchen Eingabefehler zeigen und die gleichzeitig die Wichtigkeit des gewählten stochastischen Modells hervorheben.

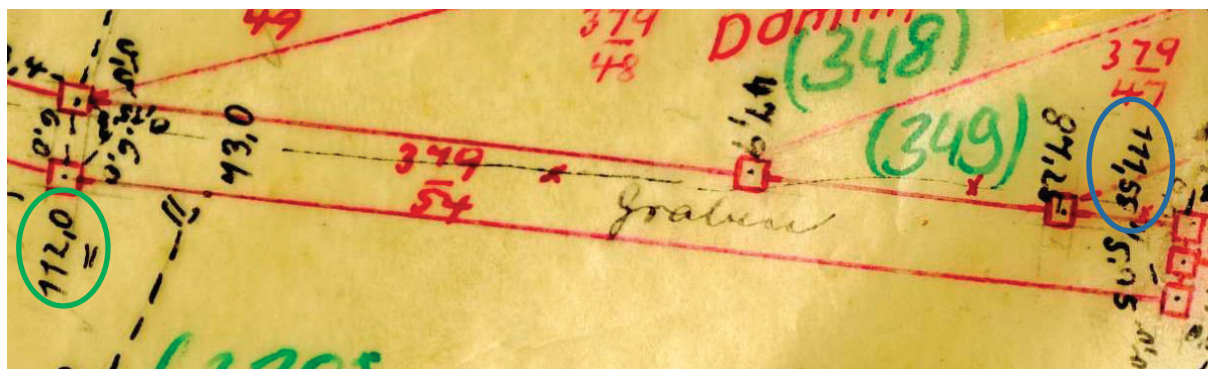


Abbildung 9-16: Darstellung eines Eingabefehlers

Die Abbildung 9-16 zeigt das blau markierte Abszissenmaß 111,55 m. Dies wurde fehlerhaft im SysGed als 111,05 m eingegeben. Kontrolliert wird die Abszisse über das Spannmaß 112 m mit der grünen Markierung.

Größte normierte Verbesserungen

LfdNr	Beobachtungstyp	Katasternachweis	System/Punkt	Punkt/Von Punkt	Nach Punkt	Beobachtung	S (v)	NV ()	EV (%)
1	Abszisse	1447014F057	S1447014F057M25	334525758501397		111.050 m	10.0 cm	3.1	26.1
2	Spannmaß	1447014F057		334525758501341	334525758501397	112.000 m	10.0 cm	2.9	25.9
3	Spannmaß	1447014F057		334525758501308	334525758501341	65.350 m	5.0 cm	2.9	6.4
4	Spannmaß	1447014F067		334525757204000	334535757204013	128.850 m	5.0 cm	2.7	35.3

Abbildung 9-17: Tabelle der größten NV mit 10 cm Standardabweichung

Wird für beide Maße eine Standardabweichung von 10 cm gewählt, übersteigt der berechnete NV-Wert für die jeweiligen Beobachtungen nicht den Schwellenwert von 3,29 und Systra erkennt die fehlerhafte Eingabe von 0,5 m nicht als Beobachtungsfehler (vgl. Abbildung 9-17). So kann es passieren, dass Eingabefehler mit einem zu locker gewählten stochastischen Modell untergehen. Handelt es sich dabei um einen Zahlendreher, welcher oft unter 0,5 m liegt, ist ein noch strengeres stochastisches Modell notwendig, um den Fehler aufzudecken. Das Beispiel zeigt, dass schon eine um 1 cm verbesserte Standardabweichung ausreichend ist, um den Eingabefehler aufzudecken (vgl. Abbildung 9-18).

Größte normierte Verbesserungen

LfdNr	Beobachtungstyp	Katasternachweis	System/Punkt	Punkt/Von Punkt	Nach Punkt	Beobachtung	S (v)	NV ()	EV (%)
1	Abszisse	1447014F057	S1447014F057M25	334525758501397		111.050 m	9.0 cm	3.3***	24.0
2	Spannmaß	1447014F057		334525758501341	334525758501397	112.000 m	9.0 cm	3.1	23.6
3	Spannmaß	1447014F057		334525758501308	334525758501341	65.350 m	5.0 cm	3.1	7.2
4	Spannmaß	1447014F067		334525757204000	334535757204013	128.850 m	5.0 cm	2.7	35.3

Abbildung 9-18: Tabelle der größten NV mit 9 cm Standardabweichung

Eine mögliche Erklärung des Widerspruchs ist in dem vereinfachten vermessungstechnischen Vorgehen, welche zurzeit der Bodenreform in der „Vermessungsinstruktion I“ geregelt war, vorzufinden. Mehr zu dem Thema lässt sich dem Kapitel 5.3.3 entnehmen.

10 Vermessungstechnischer Außendienst

Das Projekt, welches mir von der Katasterbehörde zur Verfügung gestellt wurde, war von Anfang an mit einem vermessungstechnischen Außendienstteil geplant. Hierbei sollte auf Anregung der Katasterbehörde festgestellt werden, ob ein vermessungstechnischer Außendienst trotz gut verteilter Passpunkte am Rand des Projektgebietes erforderlich ist.

10.1 Einteilung des Messgebietes

Begonnen wurde damit, sich einen Überblick des Projektgebietes zu erstellen. Es musste geplant werden, wann und an welcher Stelle der vermessungstechnische Außendienst durchzuführen ist.

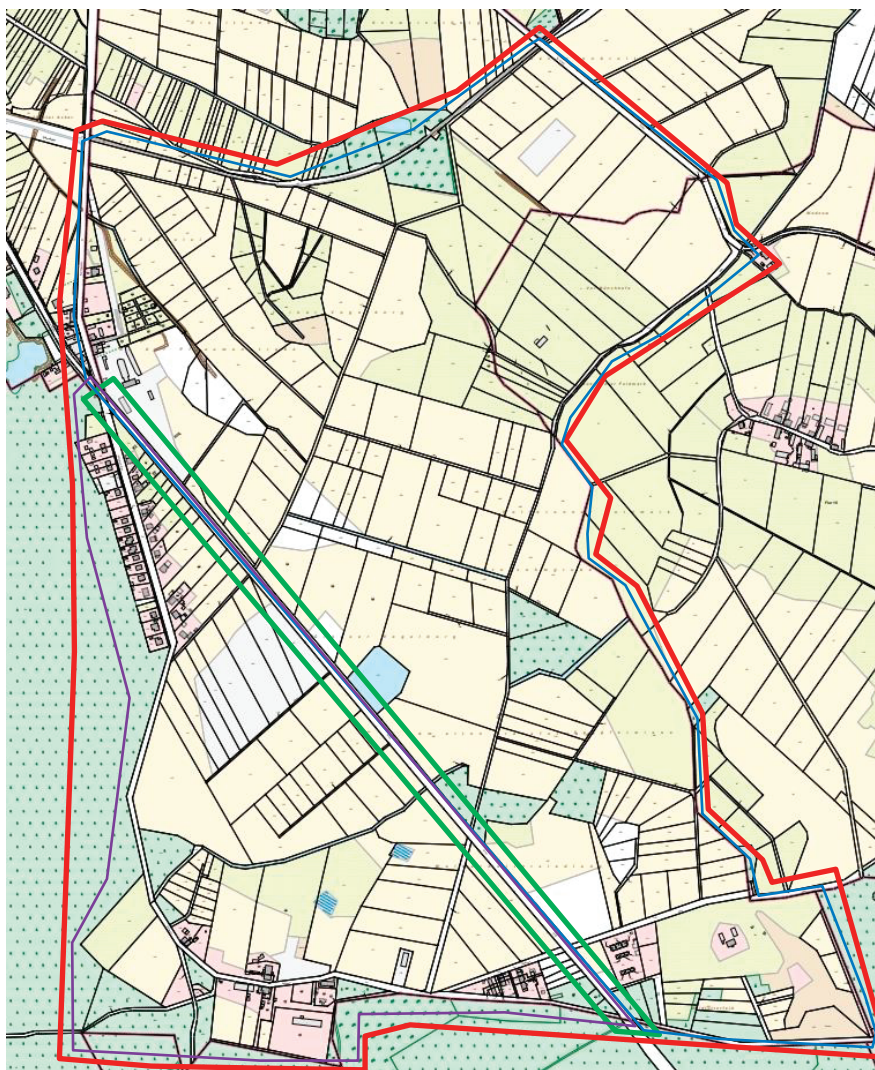


Abbildung 10-1: Einteilung des Projektgebietes für den vermessungstechnischen Außendienst (rot: gesamtes Projektgebiet, lila: südwestlicher Teil 1, türkis: nordöstlicher Teil 2, grün: Straßenmessung FR 52)

Es zeigte sich, dass die Bodenreform das Projektgebiet in zwei zusammenhängende Abschnitte aufteilt, die durch eine vorangegangene Straßenmessung aus dem Jahr 1875 verursacht wurden (vgl. Abbildung 10-1)

10.2 Auswahl der zu untersuchenden Grenzpunkte

Zu Beginn des vermessungstechnischen Außendienstes musste entschieden werden, welche Grenzpunkte aufzusuchen sind. Hier sind folgende drei Punkte zu beachten:

1. die Überprüfung vorhandener Altpunkte
2. das Aufsuchen neu berechneter Grenzpunkte als Passpunkte zur Verbesserung der Genauigkeit des gesamten Projektes
3. das Aufsuchen von neu berechneten Grenzpunkten, bei denen Widersprüche in den Messungszahlen festgestellt wurden und die nicht ausreichend durch andere Maße kontrolliert sind

Zum Nachvollziehen des Vorgehens und der gesetzten Prioritäten ist es wichtig, die Eingabe der Messungszahlen unter dem Blick der gewählten Beobachtungsgruppen zu betrachten. Zu Beginn der Eingabe wurden die Beobachtungsgruppen der Messungslinien recht hoch zwischen 10 – 20 cm angesetzt. Dadurch konnten Widersprüche kaum erkannt werden. Erst im Laufe der Bearbeitung des Projektes (mit Beginn der Eingabe des Projektgebietes Teil 2) wurde ein strengeres stochastisches Modell gewählt. Erste Priorität hatte das Überprüfen der Passpunkte sowie das Aufsuchen der neu berechneten Grenzpunkte, um die Genauigkeit des gesamten Projektes zu steigern. Es zeigte sich, dass dieses Vorgehen keinen Nachteil darstellt, da in den ersten Tagen im vermessungstechnischen Außendienst Grenzpunktmarkierungen aufgefunden wurden. Der vermessungstechnische Außendienst erfolgte an zwei Tagen einer Woche und, wenn möglich, mindestens einem Tag vermessungstechnischen Innendienst, um die vorgefundenen Grenzpunkte als Passpunkte in das Projekt zu integrieren. Insgesamt wurde der

vermessungstechnische Außendienst an sechs Tagen durchgeführt. Es wurden 57 Punkte untersucht:

Tabelle 10-1: Ergebnis des vermessungstechnischen Außendienstes

Status des Untersuchten Punktes	Grenzzeichen oder Sicherung vorgefunden	Keine Vermarkung oder Sicherung vorgefunden
Untersuchung Altpunkte	7	0
Untersuchung zur Verbesserung der Projektgenauigkeit	30	14
Untersuchung wegen Widersprüchen	7	0
Gesamt	44	14

10.3 Die Probleme zwischen der Straßenmessung FR 52 aus dem Jahr 1875 und dem Zahlenwerk der Bodenreform aus dem Jahr 1947

Die größten Widersprüche des Projektes wurden zwischen den Rissen der Bodenreform aus dem Jahr 1947 und der Straßenmessung aus dem Jahr 1875 (FR 57) festgestellt. Die Bodenreformsmessungen schließen an gewissen Stellen an den Grenzpunkten der Straßenmessung an (vgl. Abbildung 10-2). Somit würde der FR 52 eine Verbindung zwischen den beiden Messgebieten herstellen (vgl. Abbildung 10-1). Zur Übersicht der Bodenreformsmessungen sowie der Straßenmessung aus dem Jahr 1875 dient die Abbildung 10-3.

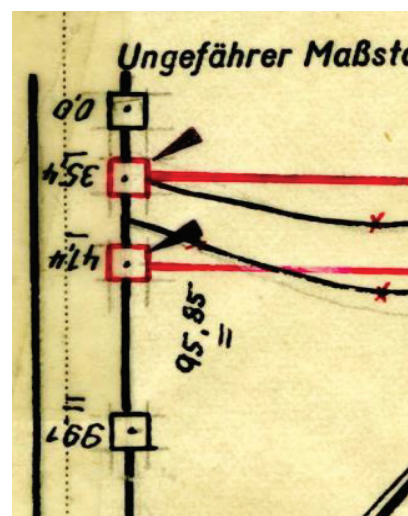


Abbildung 10-2: Ausschnitt aus dem FR 53 (Grenzpunkte aus FR 52 in schwarz; Neupunkte der Bodenreform in rot)

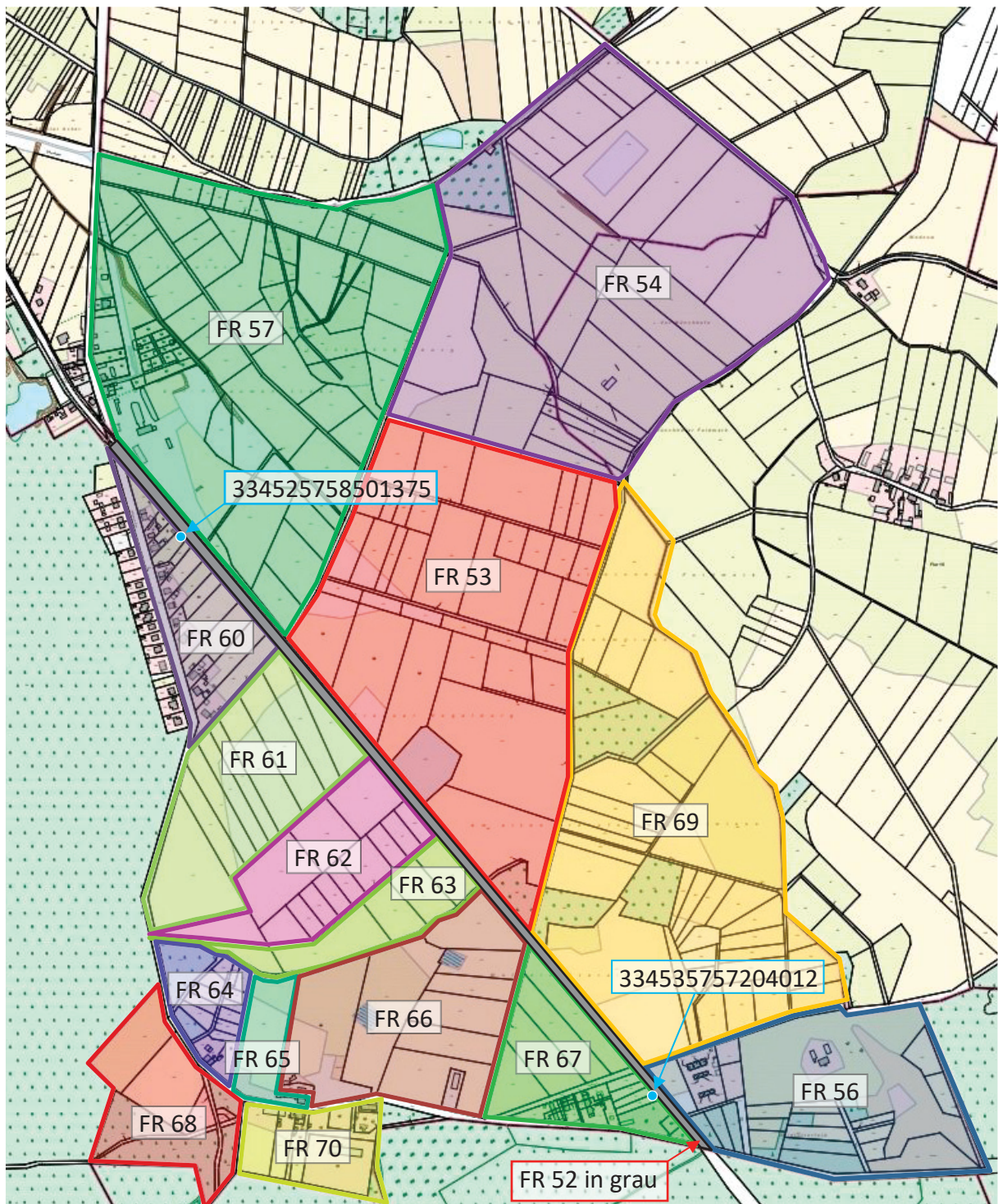


Abbildung 10-3: Aufteilung der Bodenreformrissse im Projektgebiet

Die schon koordinierten Altpunkte 334525758501375 und 334535757204012 wurden im vermessungstechnischen Außendienst untersucht und aufgefunden (vgl. Abbildung 10-5 und Abbildung 10-4). Dabei handelt es sich um Feldsteine ohne unterirdische Sicherung, welche zu dieser Zeit üblich gesetzt wurden.

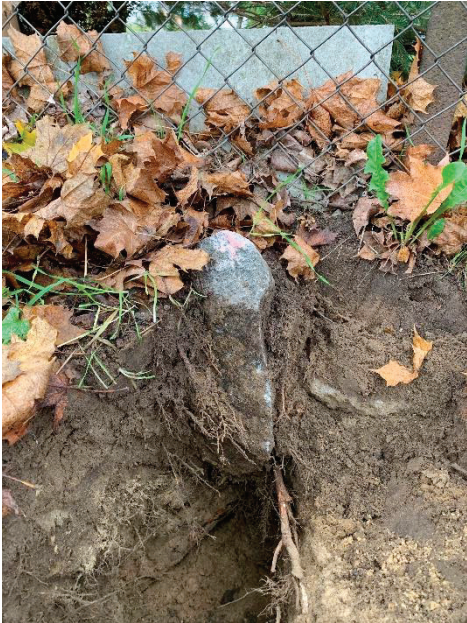


Abbildung 10-5: Vorgefundene Abmarkung des Punktes 334525758501375



Abbildung 10-4: Vorgefundene Abmarkung des Punktes 334535757204012

Die Beobachtungen der Bodenreform zur Straßenmessung weichen in vielen Bereichen sowohl im Ordinaten- als auch im Abszissenmaß ab. Die Abweichung im Abszissenmaß fällt dabei größer aus. Hier kann es zu Widersprüchen von bis zu 4 Metern kommen. Die Abweichungen der Ordinatenmaße liegt meist im Dezimeterbereich. Zur Verdeutlichung der Abweichungen wurden die Maße des FR 52 stochastisch ausgeschaltet. In der Abbildung 10-6 ist ein Ausschnitt der Messungslinie aus dem FR 52 aus SysGed dargestellt, welcher die Widersprüche beispielhaft zeigen soll.

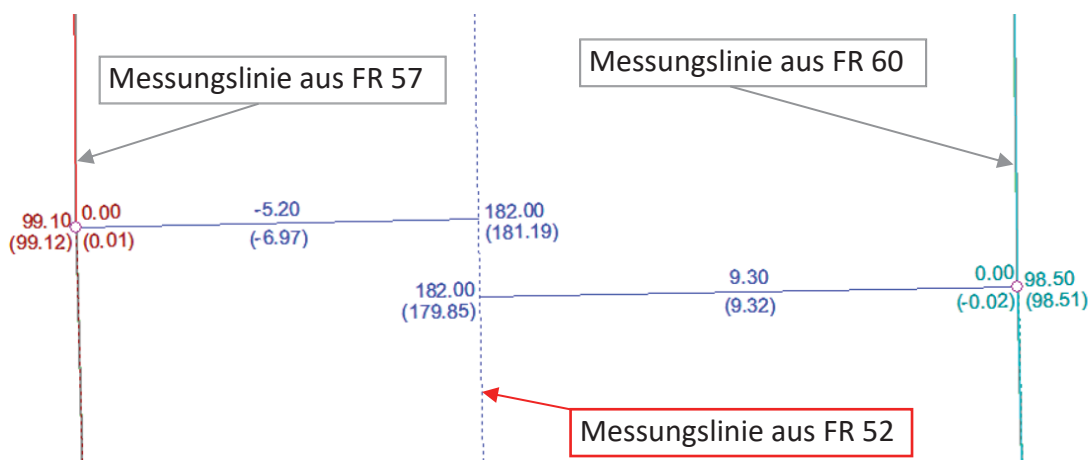


Abbildung 10-6: Ausschnitt einer Messungslinie aus dem FR 52 (Maße ohne Klammern = Sollwert; Maße mit Klammern = Istwert)

Im vermessungstechnischen Außendienst konnten weder an den berechneten Koordinaten der Bodenreformsmessungen noch an denen der Straßenmessung des FR 52 zusätzliche Grenzzeichen vorgefunden werden. Um eine eindeutige Aussage über die Widersprüche treffen zu können, müsste eine umfangreiche Grenzuntersuchung durchgeführt werden, welche nicht dem Umfang des Projektes entsprach. Nach Rücksprache mit der Katasterbehörde wurde entschieden, den Entstehungsriß FR 52 aufgrund der starken Widersprüche stochastisch auszuschalten.

10.4 Einfluss von Passpunkten auf das Ausgleichsergebnis

Im folgenden Abschnitt soll geprüft werden, wie groß der Einfluss von zusätzlich im vermessungstechnischen Außendienst bestimmten Passpunkten auf das Ausgleichsergebnis ist. Dafür werden die Koordinaten der vorgefundenen Grenzpunkte den berechneten der Ausgleichung gegenübergestellt wie in Abbildung 10-7 dargestellt.

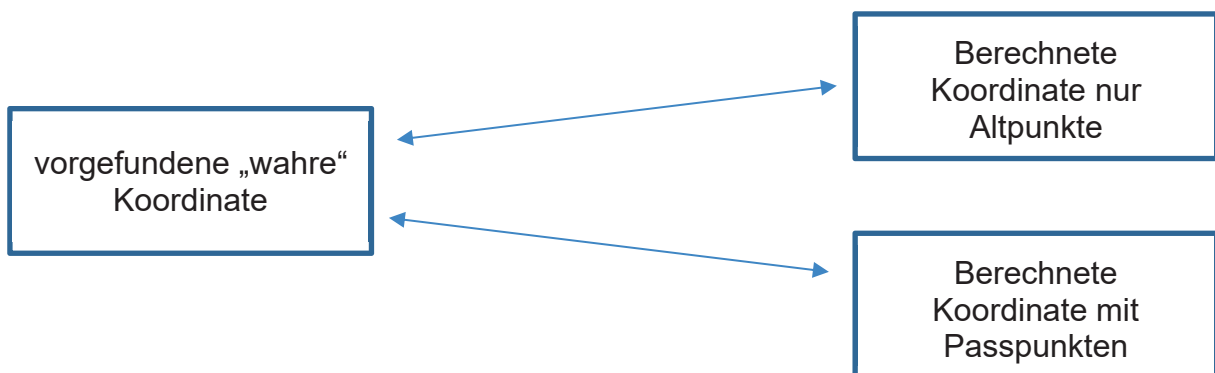


Abbildung 10-7: Vergleichsschema der verschiedenen Koordinaten

Für die Untersuchung wurden vier im vermessungstechnischen Außendienst vorgefundene Passpunkte gewählt, die gut verteilt im Projektgebiet liegen (vgl. Abbildung 10-7 rot eingekreiste Punkte).

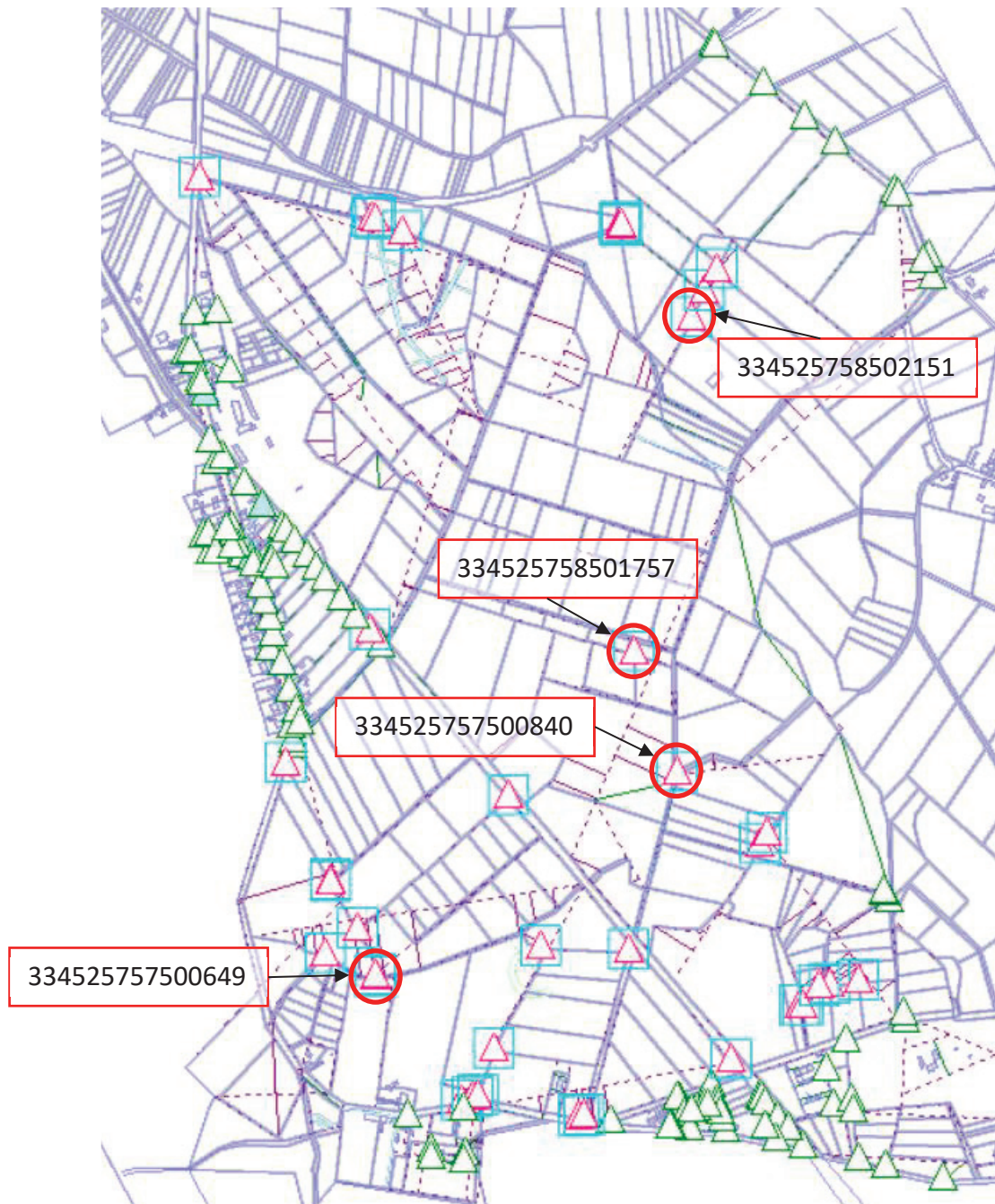


Abbildung 10-8: Auswahl der vorgefundenen Passpunkte zur Untersuchung des Einflusses der Passpunkte (rote Kreise = ausgewählte Punkte; rote Dreiecke = Passpunkte; grüne Dreiecke = Altpunkte)

In der ersten Variante wurden die vier oben angegebenen Punkte einzeln als Neupunkte in die Ausgleichung eingebracht und das Projekt mittels der vor dem vermessungstechnischen Außendienst vorliegenden Altpunkte (vgl. Abbildung 10-7 Grüne Dreiecke) gerechnet.

Die zweite Variante beinhaltet dann auch die vorgefundenen Passpunkte bis auf die vier markierten Punkte, welche wieder nacheinander einzeln ausgeschaltet wurden. Außerdem wurde der Einfluss der digitalen Koordinaten auf die Passpunkte

untersucht, indem alle Berechnungen einmal mit und einmal ohne sie durchgeführt wurden. Dabei wurde eine Standardabweichung der digitalisierten Koordinaten von 400 cm gewählt. Danach konnte die aus der Ausgleichung stammende Koordinate mit der „wahren Koordinate“, welche im vermessungstechnischen Außendienst ermittelt wurde, verglichen werden. Folgende Tabellen stellen das Ergebnis dar:

Tabelle 10-2: Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525758502151

Pkt. 334525758502151				
	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
„Wahre Koordinate“	33452894,473	5758665,559		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452897,360	5758670,564	5,778	
nur Altpunkte oD	33452894,792	5758665,219	0,466	13,2
nur Altpunkte mD	33452894,777	5758665,261	0,426	10,1
Alle Referenzpunkte außer dieser oD	33452894,555	5758665,535	0,085	8,2
Alle Referenzpunkte außer dieser mD	33452894,557	5758665,540	0,086	6,0

Tabelle 10-3: Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525758501757

Pkt. 334525758501757				
	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
„Wahre Koordinate“	33452800,720	5758119,507		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452803,754	5758118,723	3,134	
nur Altpunkte oD	33452800,517	5758118,945	0,598	15,6
nur Altpunkte mD	33452800,573	5758118,982	0,545	11,9
Alle Referenzpunkte außer dieser oD	33452800,523	5758119,447	0,206	12,9
Alle Referenzpunkte außer dieser mD	33452800,568	5758119,444	0,165	9,5

Tabelle 10-4: Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525757500649

Pkt. 334525757500649				
	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
„Wahre Koordinate“	33452381,399	5757591,658		2,1
Digitalisierte Koordinate	33452383,118	5757585,894	6,015	
nur Altpunkte oD	33452381,678	5757591,776	0,303	15,7
nur Altpunkte mD	33452381,645	5757591,757	0,265	10,2
Alle Referenzpunkte außer dieser oD	33452381,564	5757591,671	0,166	7,7
Alle Referenzpunkte außer dieser mD	33452381,559	5757591,669	0,160	5,6

Tabelle 10-5: : Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525757500840

334525757500840				
Pkt.	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
„Wahre Koordinate“	33452871,092	5757923,926		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452873,949	5757922,197	3,339	
nur Altpunkte oD	33452870,722	5757923,229	0,789	13,2
nur Altpunkte mD	33452870,761	5757923,269	0,736	12,0
Alle Referenzpunkte außer dieser oD	33452870,878	5757923,751	0,276	12,3
Alle Referenzpunkte außer dieser mD	33452870,890	5757923,750	0,268	9,1

- "Wahre Koordinate" = Im vermessungstechnischen Außendienst vorgefundene Koordinate mit Ausgleichung im Projekt
- oD = Berechnung ohne digitalisierte Koordinaten
- mD = Berechnung mit den digitalisierten Koordinaten
- Δ = lineare Abweichung zwischen „Wahrer Koordinate“ und den verschiedenen Rechenvarianten

Die Untersuchung zeigt das erwartete Ergebnis der besseren Genauigkeit der Grenzpunkte mit zusätzlich im vermessungstechnischen Außendienst bestimmten Passpunkten. Die Abweichungen zur wahren Koordinate werden mit den zusätzlichen Passpunkten mindestens halbiert. Die größte Verbesserung weist der Punkt 334525757500840 mit 0,5 m auf. Interessant sind außerdem die Betrachtungen des Einflusses der digitalisierten Koordinaten. Es kann festgestellt werden, dass sie trotz der hohen Standardabweichung einen verbessernden Einfluss auf die Koordinaten der Grenzpunkte ausüben, welcher mit steigender Anzahl von Referenzpunkten abnimmt, aber das Ergebnis nicht in das negative Verfälschen. Der von Systra berechnete mittlere Punktfehler wird mit digitalisierten Koordinaten jedoch signifikant kleiner, was nicht unbedingt der Verbesserung der Koordinate entspricht. Gut zu erkennen ist dies im Punkt 334525758501757 bei der Ausgleichung nur mit Altpunkten. Die berechnete Lage Standardabweichung des Punktfehlers ohne die digitalen Koordinaten beträgt hier 15,6 cm mit einer linearen Abweichung von der „wahren Koordinate“ von 0,598 m, also dem rund 3,8-fachen mittleren Fehler. Mit eingeschalteten digitalen Koordinaten beträgt der Punktfehler 11,9 cm und die Abweichung zur „wahren Koordinate“ 0,545

m, also dem rund 4,6-fachen mittleren Fehler. So könnte eine Ausgleichung mit digitalisierten Koordinaten eine vermeidlich signifikant bessere Koordinate suggerieren, was jedoch nicht zutrifft, da sich die Abweichungen zur „Wahren Koordinate“ nur um 5,3 cm unterscheiden.

Generell ist anzumerken, dass der mittlere Punktfehler, wie er hier verwendet wird, je nach Freiheitsgraden des Netzes, eine Wahrscheinlichkeit zwischen 29 % – 39 % besitzen sollte, die wahre Punktlage einzuschließen (vgl. Tabelle 10-6). In dem bearbeiteten Systra – Projekt liegen bei Berechnungen ohne digitale Koordinaten 1068 Überbestimmungen vor, also eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 39,3 %. Bei einem 3-fachem mittleren Punktfehler sollte nach Untersuchungen von Grafarend die Wahrscheinlichkeit 98,9 % betragen (Grafarend, 1970). Dies trifft bei den oben ausgewerteten Grenzpunkten oft nicht zu. Es sei dazu gesagt, dass immer noch die Wahrscheinlichkeit von rund 1 % besteht, dass die wahre Punktlage nicht innerhalb des 3-fachen mittleren Punktfehlers liegt. Hierfür müssten mehr Punkte überprüft werden, um eine eindeutige Aussage treffen zu können.

Tabelle 10-6: Sicherheitswahrscheinlichkeit $1 - \alpha$ für die Helmertsche Fehlerellipsen in Abhängigkeit von den Überbestimmungen f im Netz (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 279)

Überbestimmung	Sicherheitswahrscheinlichkeit
f	$1 - \alpha$ in %
1	29,3
2	33,3
5	36,6
10	37,9
∞	39,4

Eine weitere Untersuchung soll zeigen, wie viele zusätzliche Passpunkte in einem Messgebiet mit gut umschlossenen Altpunkten sinnvoll sind. Dafür wird der südwestliche Abschnitt des Projektgebietes betrachtet, in dem 5 gut verteilte Passpunkte ausgewählt wurden. Alle anderen zusätzlich vorgefundenen Passpunkte

wurden für die Untersuchung als Neupunkte ausgeglichen. Die Abbildung 10-9 zeigt die ausgewählten Passpunkte zur Untersuchung.



Abbildung 10-9: Auswahl der vorgefundenen Passpunkte zur Untersuchung der nötigen Quantität der Passpunkte (rote Kreise = ausgewählte Punkte; rote Dreiecke = Passpunkte; grüne Dreiecke = Altpunkte)

Dabei wurden die beiden zentral liegenden Punkte 334525757500649 und 33525757500767 jeweils als einzelne Referenzpunkte sowie zusammen eingeschaltet und die restlichen Punkte als Neupunkte in die Ausgleichung eingebracht und die Abweichungen zur wahren Koordinate miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigen folgende Tabellen:

Tabelle 10-7: Ergebnis zur Untersuchung der Passpunktquantität RefPkt. 334525757500649

zusätzliche Referenzpunkte				
	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
334525757500649	33452381,399	5757591,658		2,1
Vergleich der verschiedenen Berechnungen				
334525757500767				
wahre Koordinate	33452650,479	5757640,234		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452655,270	5757634,846	7,210	
nur Altpunkte	33452650,743	5757640,575	0,431	12,7
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452650,659	5757640,476	0,302	11,1
334525757500741				
wahre Koordinate	33452573,412	5757474,206		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452577,690	5757473,017	4,440	
nur Altpunkte	33452573,186	5757474,645	0,494	12,2
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452573,164	5757474,566	0,437	12,0
334525757500743				
wahre Koordinate	33452596,424	5757887,291		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452598,581	5757881,264	6,401	
nur Altpunkte	33452596,606	5757887,493	0,272	15,2
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452596,498	5757887,390	0,124	14,3
334525757500620				
wahre Koordinate	33452305,950	5757749,565		2,1
Digitalisierte Koordinate	33452309,305	5757748,311	3,582	
nur Altpunkte	33452306,241	5757749,581	0,291	10,7
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452306,130	5757749,545	0,181	9,0

Tabelle 10-8: Ergebnis zur Untersuchung der Passpunktquantität RefPkt. 334525757500767

zusätzliche Referenzpunkte				
	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
334525757500767	33452650,479	5757640,234		2,2
Vergleich ausgeglichene zur wahren Koordinate				
334525757500649				
wahre Koordinate	33452381,399	5757591,658		2,1
Digitalisierte Koordinate	33452383,118	5757585,894	6,015	
nur Altpunkte	33452381,663	5757591,770	0,287	13,5
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452381,437	5757591,714	0,068	12,4

334525757500741				
wahre Koordinate	33452573,412	5757474,206		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452577,690	5757473,017	4,440	
nur Altpunkte	33452573,186	5757474,645	0,494	12,2
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452573,066	5757474,443	0,419	10,4
334525757500743				
wahre Koordinate	33452596,424	5757887,291		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452598,581	5757881,264	6,401	
nur Altpunkte	33452596,606	5757887,493	0,272	15,2
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452596,499	5757887,353	0,097	14,5
334525757500620				
wahre Koordinate	33452305,950	5757749,565		2,1
Digitalisierte Koordinate	33452309,305	5757748,311	3,582	
nur Altpunkte	33452306,241	5757749,581	0,291	10,7
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452306,109	5757749,549	0,160	10,2

Tabelle 10-9: Ergebnis zur Untersuchung der Passpunktquantität RefPkt. 334525757500649 und 334525757500767

zusätzliche Referenzpunkte				
	Y [m]	X [m]	Δ [m]	Sigma Lage [cm]
334525757500649	33452381,399	5757591,658		2,1
334525757500767	33452650,479	5757640,234		2,1
Vergleich ausgeglichene zur wahren Koordinate				
334525757500741				
wahre Koordinate	33452573,412	5757474,206		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452577,690	5757473,017	4,440	
nur Altpunkte	33452573,186	5757474,645	0,494	12,2
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452573,075	5757474,457	0,420	10,4
334525757500743				
wahre Koordinate	33452596,424	5757887,291		2,2
Digitalisierte Koordinate	33452598,581	5757881,264	6,401	
nur Altpunkte	33452596,606	5757887,493	0,272	15,2
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452596,455	5757887,364	0,079	13,8
334525757500620				
wahre Koordinate	33452305,950	5757749,565		2,1
Digitalisierte Koordinate	33452309,305	5757748,311	3,582	
nur Altpunkte	33452306,241	5757749,581	0,291	10,7
Altpunkte + zusätzlichen Referenzpunkte	33452306,099	5757749,532	0,153	8,9

Die Fläche des südwestlichen Projektgebietes beträgt ca. 0,5 km². Ein einzelner zentral im Messgebiet liegender Referenzpunkt verbessert die Koordinaten meist erheblich. Während zwei gegenüber dem Einzelnen nur noch eine geringe Verbesserung zeigen. Die Verbesserungen sind in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 10-10: Verbesserung der berechneten zur wahren Koordinate

Verbesserungen zur wahren Koordinate [cm]			
Referenzpunkte	1 RefPkt.		2 RefPkt.
	334525757500649	334525757500767	334525757500649 334525757500767
334525757500649		21,9	
334525757500767	13,0		
334525757500741	5,7	7,4	7,4
334525757500743	14,8	17,5	19,3
334525757500620	11,0	13,2	13,9
Durchschnittliche Verbesserung	13,06		13,50

Aus der Untersuchung lässt sich folgern, dass ein zusätzlicher Passpunkt pro Projektgebietsgröße von 0,5 km² sinnvoll ist, wenn das Gebiet mit ausreichend Altpunkten umschlossen ist.

Fazit

11 Schlussbetrachtung

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskarte, wie sie von den Katasterbehörden des Landes Brandenburg durchgeführt wird. Dabei wurde ein Projekt in der Gemarkung Lieberose ausgewählt und geprüft, wie sich ein zusätzlicher vermessungstechnischer Außendienst auf das Ausgleichungsergebnis auswirken kann. Hierfür werden in folgendem Abschnitt noch mal der Umfang der Arbeit und deren Ergebnisse zusammengefasst.

Die Fläche des Projektgebietes beträgt ca. 1,9 km². Dabei wurden 32 Risse zur Risserfassung einbezogen, von denen 15 der Bodenreform der Sowjetischen Besatzungszone, welche in diesem Gebiet 1947 durchgeführt wurde, zuzuordnen sind. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über das eingegebene Zahlenwerk. Die Tabelle umfasst dabei die Daten ohne die Digitalisierten Punkte als Beobachtungen in die Ausgleichung mit einzubringen.

Tabelle 11-1: Überblick des eingegebenen Zahlenwerks

Verwendete Referenzpunkte	125
- davon Altpunkte	88
- davon Passpunkte	37
Orthogonale Systeme	344
- Abszissen-/Ordinatenmaße	1763
Spannmaße (Steinbreiten)	481
Neu berechnete Grenzpunkte (Neupunkte)	<u>761</u>

Mit dem Projekt konnten so 761 digitalisierte Grenzpunkte der Liegenschaftskarte durch die Eingabe des Zahlenwerks direkt geometrisch verbessert werden. Der mit Systra erzeugte Schwarz – Rot Plot (vgl. Abbildung 11-1 und Abbildung 11-2) zeigt die Verschiebungen der Grenzen durch das Ergebnis der Ausgleichung des Projektgebietes.



Abbildung 11-1: Schwarz - Rot Plot südlicher Teil der Projektgebietes (grau = Grenzverlauf vor Ausgleich; rot = Grenzverlauf nach Ausgleich)



Abbildung 11-2: : Schwarz - Rot Plot nördlicher Teil der Projektgebietes (grau = Grenzverlauf vor Ausgleich; rot = Grenzverlauf nach Ausgleich)

Die Berechnungen zum Erstellen des Schwarz – Rot Plots wurden mit den digitalisierten Koordinaten als Beobachtungen durchgeführt. Für die spätere Homogenisierung des Gebietes ist dies unerlässlich.

Bei Untersuchung der Frage, ob eine zusätzliche Passpunktbestimmung in Projektgebieten mit einem gut verteilten Passpunktumring signifikante Verbesserungen der geometrischen Qualität der Liegenschaftskarte hervorbringen kann, wurde folgendes Ergebnis festgestellt. In einem Projektgebiet, welches ca. 0,5 km² umfasst, kann mit einem zentral gelegenen Passpunkt eine Verbesserung der Koordinaten im Umfeld von durchschnittlich 13 cm festgestellt werden. Als Empfehlung könnte ein vermessungstechnischer Außendienst so für größere Projekte geplant werden, nachdem die Risseingabe abgeschlossen ist. Danach können gut zugängliche und über das Projektgebiet verteilte Passpunkte ausgewählt und zur Einhaltung der Wirtschaftlichkeit mittels GNSS bestimmt werden.

Verzeichnisse

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Landkreis Dahme -Spreewald (Wikipedia, 2020).....	1
Abbildung 3-2: ALKIS – Komponenten (Igl.niedersachsen.de, 2021).....	8
Abbildung 3-3: Arbeitsablauf zwischen den Erhebungsdaten - EQK – DHK (Igl.niedersachsen.de, 2010).....	9
Abbildung 4-1: Lage der Stadt Lieberose (Wikipedia.de, 2021)	12
Abbildung 4-2: Heilige Römische Reich um das Jahr 1000 n. Chr. (Wikipedia.de, 2021)	13
Abbildung 4-3: Plan der Stadtlage Lieberose zur 2. Hälfte des 19. Jh. (Stadt und Förderverein Lieberose, 1998, S. 26)	13
Abbildung 4-4: Schloss Lieberose heute (Wikipedia.de, 2016).....	14
Abbildung 5-1: Preußen nach dem Wiener Kongress (Hoffmann, 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ?, 2011, S. 19)... ..	17
Abbildung 5-2: neu gebundenes Flurbuch (links) und neu gebundene Mutterrolle (rechts) von Lieberose	20
Abbildung 5-3: Flurbuch in Karteiform aus Lieberose	24
Abbildung 5-4: Die Umstellung von der Gemarkungskarte zur Flur- und Schätzungskarte im Reichskataster.....	25
Abbildung 5-5: Die Aufteilung Deutschlands in vier Besatzungszonen 1947 (Wikipedia.de, 2021)	27
Abbildung 5-6: Der Aufbau der Kommissionen zur Bodenreform	28
Abbildung 5-7: Festlegung von Grenzen durch außen herum (links) und innen (rechts) liegende Vermessungslinie aus dem Heft "Vermessung und Nivellieren für Jedermann ohne Feldmeßgerät" (Krause, 2018)	29
Abbildung 5-8: Die 14 Bezirke der DDR (Wikipedia.de, 2020)	32
Abbildung 5-9: Die neuen Länder der BRD (rote Grenzen) und alten Länder in der frühen DDR (lila Grenzen) (Wikipedia.de, 2021)	34
Abbildung 5-10: Das ALB im Land Brandenburg mit der Anzahl der Bestände in den Kreisen und kreisfreien Städten (Dreßler, 1997, S. 32)	35
Abbildung 6-1: Klassifizierung der Ausgleichsmodelle (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 35)	39
Abbildung 6-2: Kurvenverlauf und Parameter einer Normalverteilung (glossar.hs-augsburg.de, 2020).....	41
Abbildung 6-3: Erläuterung der Begriffe "Wahrer Wert", "Erwartungswert", "Zufällige Abweichung" und "Systematische Abweichung", am Beispiel einer Zielscheibe (Foppe, Fehlerlehre & Statistik 2017/2018, 2017) .	42
Abbildung 6-4: Der Zuordnungsfehler	42
Abbildung 6-5: Diagramm über die Lineare Entwicklung des zulässigen Fehlers in Systra Beobachtungsgruppen	49
Abbildung 6-6: Diagramm über die nicht Lineare Entwicklung des zulässigen Fehlers aus der Vorschrift 1931 ..	50
Abbildung 6-7: Fischer-Test einer empirischen Varianz gegen eine theoretische (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009)	55
Abbildung 6-8: Aufbau der Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten (Niemeier, Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 273)	55
Abbildung 6-9: Helmertsche Fehlerellipse und Punktfehler (rote Markierung) dargestellt in SysPlan.....	57
Abbildung 7-1: LIKA Online (lika.geobasis-bb.de, 2021)	60
Abbildung 7-2: LIKA Online Umring Fortführungsrisse (lika.geobasis-bb.de, 2021)	61
Abbildung 7-3: Darstellung der Passpunkte aus dem amtsinternen GIS (Projektumring in Rot)	63
Abbildung 8-1: Systra Shell.....	66
Abbildung 8-2: SysGed mit Messungslinien (Lila Maße)	67
Abbildung 8-3: SysPlan mit Fehlerellipsen (in Rot).....	68
Abbildung 9-1: Ablauf QL-Projekt Brandenburg (mwae.brandenburg.de, 2019).....	70
Abbildung 9-2: David EQK Antragsbearbeitung (mwae.brandenburg.de, 2019, S. 6)	71
Abbildung 9-3: Umring zur NAS-Datenausgabe (mwae.brandenburg.de, 2019, S. 10)	72
Abbildung 9-4: KIVID Export in der Systra Projekt (mwae.brandenburg.de, 2019).....	73

Abbildung 9-5: Beispiel Messungsliniensystemnamen aus dem Projekt.....	74
Abbildung 9-6: Messungslinie aus FR 64.....	77
Abbildung 9-7: Messungslinie aus dem Systra Projekt.....	78
Abbildung 9-8: Eingabefenster für die Messungslinien aus Systra.....	79
Abbildung 9-9: Liste der Größten Normierten Verbesserungen.....	81
Abbildung 9-10: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (Fehlerhafte Beobachtung).....	81
Abbildung 9-11: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (Fehlerhafte Beobachtung).....	81
Abbildung 9-12: Auszug aus dem FR 69.....	82
Abbildung 9-13: Auszug Beobachtungsfehler Beispiel aus SysGed.....	83
Abbildung 9-14: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (korrigierte Beobachtung).....	84
Abbildung 9-15: Spannmaße aus dem Systra Protokoll (korrigierte Beobachtung).....	84
Abbildung 9-16: Darstellung eines Eingabefehlers.....	84
Abbildung 9-17: Tabelle der größten NV mit 10 cm Standardabweichung.....	85
Abbildung 9-18: Tabelle der größten NV mit 9 cm Standardabweichung.....	85
Abbildung 10-1: Einteilung des Projektgebietes für den vermessungstechnischen Außendienst (rot: gesamtes Projektgebiet, lila: südwestlicher Teil 1, türkis: nordöstlicher Teil 2, grün: Straßenmessung FR 52).....	86
Abbildung 10-2: Ausschnitt aus dem FR 53 (Grenzpunkte aus FR 52 in schwarz; Neupunkte der Bodenreform in rot).....	88
Abbildung 10-3: Aufteilung der Bodenreformsrise im Projektgebiet.....	89
Abbildung 10-4: Vorgefundene Abmarkung des Punktes 334535757204012.....	90
Abbildung 10-5: Vorgefundene Abmarkung des Punktes 334525758501375.....	90
Abbildung 10-6: Ausschnitt einer Messungslinie aus dem FR 52 (Maße ohne Klammern = Sollwert; Maße mit Klammern = Istwert).....	90
Abbildung 10-7: Vergleichsschema der verschiedenen Koordinaten.....	91
Abbildung 10-8: Auswahl der vorgefundenen Passpunkte zur Untersuchung des Einflusses der Passpunkte (rote Kreise = ausgewählte Punkte; rote Dreiecke = Passpunkte; grüne Dreiecke = Altpunkte).....	92
Abbildung 10-9: Auswahl der vorgefundenen Passpunkte zur Untersuchung der nötigen Quantität der Passpunkte (rote Kreise = ausgewählte Punkte; rote Dreiecke = Passpunkte; grüne Dreiecke = Altpunkte).....	96
Abbildung 11-1: Schwarz - Rot Plot südlicher Teil der Projektgebietes (grau = Grenzverlauf vor Ausgleich; rot = Grenzverlauf nach Ausgleich).....	101
Abbildung 11-2: : Schwarz - Rot Plot nördlicher Teil der Projektgebietes (grau = Grenzverlauf vor Ausgleich; rot = Grenzverlauf nach Ausgleich).....	102

13 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 5-1: Neuaufstellung der Flurbücher und des Liegenschaftsbuchs auf Karteiform im Reichskataster mit Vor- und Nachteilen (Wittstock, 2001, S. 209)</i>	24
<i>Tabelle 5-2: Alte Bezeichnungen im preußischen Grundsteuerkataster und neue Bezeichnungen im Reichskataster (grün: Bezeichnungen die heute noch in Verwendung sind ; rot: Bezeichnungen die heute nicht mehr in Verwendung sind)</i>	25
<i>Tabelle 5-3: Landesvermessungs- und Kreisvermessungsämter der DDR und deren Personal</i>	27
<i>Tabelle 5-4: Bestandteile der Liegenschaftsdokumentation bis zum Ende der DDR</i>	33
<i>Tabelle 6-1: Die Bestimmung von Messwerten</i>	38
<i>Tabelle 6-2: Unterscheidung von Groben Fehlern nach Niemeier und deren Ursachen (Niemeier, Ausgleichsrechnung, 2002, S. 8).....</i>	40
<i>Tabelle 6-3: Vereinfachtes Beispiel für einen Truncation Error</i>	43
<i>Tabelle 6-4: Hilfestellung über die Beurteilung der Beobachtungsgruppen für ein Systra Projekt</i>	48
<i>Tabelle 6-5: Aufbau einer Beobachtungsgruppe für Orthogonale Maße in Systra</i>	49
<i>Tabelle 6-6: Vergleich der Verschiedenen zulässigen Fehler.....</i>	49
<i>Tabelle 6-7: Klassifizierung der Redundanzanteile der Beobachtungen (Lehmann, 2020)</i>	58
<i>Tabelle 7-1: Fortführungsrisse (FR), die zur Zahleneingabe verwendet wurden</i>	62
<i>Tabelle 7-2: Einstufung von Punktarten für das Projekt (Gerstenberger-Zange, 2019)</i>	64
<i>Tabelle 9-1: Aufbau Beobachtungssystemnamen</i>	74
<i>Tabelle 9-2: Weitere Unterlagentypen.....</i>	75
<i>Tabelle 9-3: Weitere Beobachtungstypen:.....</i>	75
<i>Tabelle 9-4: Beispiele Bezeichnungen Beobachtungsgruppen</i>	76
<i>Tabelle 9-5: Erläuterung der Eingabe der Beobachtungen.....</i>	79
<i>Tabelle 10-1: Ergebnis des vermessungstechnischen Außendienstes</i>	88
<i>Tabelle 10-2: Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525758502151.....</i>	93
<i>Tabelle 10-3: Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525758501757.....</i>	93
<i>Tabelle 10-4: Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525757500649.....</i>	93
<i>Tabelle 10-5: : Ergebnisse zum Einfluss der Passpunkte für Punkt 334525757500840.....</i>	94
<i>Tabelle 10-6: Sicherheitswahrscheinlichkeit $1 - \alpha$ für die Helmertsche Fehlerellipsen in Abhängigkeit von den Überbestimmungen f im Netz (Niemeier, Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 279)</i>	95
<i>Tabelle 10-7: Ergebnis zur Untersuchung der Passpunktquantität RefPkt. 334525757500649.....</i>	97
<i>Tabelle 10-8: Ergebnis zur Untersuchung der Passpunktquantität RefPkt. 334525757500767</i>	97
<i>Tabelle 10-9: Ergebnis zur Untersuchung der Passpunktquantität RefPkt. 334525757500649 und 334525757500767</i>	98
<i>Tabelle 10-10: Verbesserung der berechneten zur wahren Koordinate</i>	99
<i>Tabelle 11-1: Überblick des eingegebenen Zahlenwerks.....</i>	100

14 Formelverzeichnis

<i>Formel 6-1: Berechnung der Freiheitsgrade</i>	38
<i>Formel 6-2: Beobachtungsvektor L und Vektor der unbekanntes X</i>	44
<i>Formel 6-3: Vektor der genährten Unbekannten</i>	46
<i>Formel 6-4: Vektor der Genährte Beobachtung (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	46
<i>Formel 6-5: Konfigurations- bzw. Designmatrix (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	46
<i>Formel 6-6: Vektor der Gekürzten Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	47
<i>Formel 6-7: Vektor der linearisierten Verbesserungsgleichung (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	47
<i>Formel 6-8: Kovarianzmatrix der Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	47
<i>Formel 6-9: Formel des zulässigen Fehlers D vom 01.06.1931</i>	48
<i>Formel 6-10: Formel des zulässigen Fehlers in Systra berechnet</i>	49
<i>Formel 6-11: Kofaktormatrix der Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	50
<i>Formel 6-12: Gewichtsmatrix (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 18)</i>	50
<i>Formel 6-13: Kofaktormatrix der Unbekannten (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	51
<i>Formel 6-14: Absolutgliedvektor (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	51
<i>Formel 6-15: Lösungsvektor (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	51
<i>Formel 6-16: Vektor der Verbesserungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	51
<i>Formel 6-17: Vektor der Ausgeglichenen Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	52
<i>Formel 6-18: Vektor der Ausgeglichenen Unbekannten (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	52
<i>Formel 6-19: Varianz der Gewichtseinheit (a posteriori) (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	54
<i>Formel 6-20: Kovarianzmatrix der ausgeglichenen Unbekannten (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009)</i>	54
<i>Formel 6-21: Kofaktormatrix der ausgeglichenen Beobachtungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	54
<i>Formel 6-22: Kofaktormatrix der Verbesserungen (Foppe, Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung, 2009, S. 19)</i>	54
<i>Formel 6-23: Berechnung der Hilfsgröße für die Berechnung der Ellipsenparameter (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)</i>	56
<i>Formel 6-24: Berechnung der kleinen Halbachse der Konfidenz- und Helmertschen Fehlerellipse (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)</i>	56
<i>Formel 6-25: Berechnung der großen Halbachse der Konfidenz- und Helmertschen Fehlerellipse (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)</i>	56
<i>Formel 6-26: Berechnung des Richtungswinkels der Konfidenzellipse (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 277)</i>	56
<i>Formel 6-27: Standardabweichungen der Koordinatenunbekannten (Niemeier, Ausgleichungsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 274)</i>	57

<i>Formel 6-28: Helmertscher Punktfehler (Niemeier, Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden, 2008, S. 279).....</i>	<i>57</i>
<i>Formel 6-29: Gesamtredundanz.....</i>	<i>58</i>
<i>Formel 6-30: Berechnung des Redundanzanteils einer Beobachtung.....</i>	<i>58</i>
<i>Formel 9-1: Normierte Verbesserung (links); Grobe Fehler (rechts).....</i>	<i>80</i>

Literatur

15 Literaturverzeichnis

- BbgVermG. (2009). *Gesetz über das amtliche Vermessungswesen im Land Brandenburg vom 27. Mai 2009 (GVBl.I/09, [Nr. 08], S.166) zuletzt geändert durch Gesetz vom 19. Juni 2019.*
- Dreßler, U. (Januar 1997). Das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB). *Vermessung Brandenburg*, S. 30 - 39.
- Foppe, K. (2009). *Repetitorium zur Fehlerlehre und Statistik und Ausgleichung*. Hochschule Neubrandenburg.
- Foppe, K. (2017). *Fehlerlehre & Statistik 2017/2018*. Neubrandenburg.
- Gerstenberger-Zange, G. (2019). *Katastererneuerung anhand zweier Projekte unter Anwendung der Ausgleichsrechnung*. Neubrandenburg.
- Grafarend, E. (1970). Zur Wahrscheinlichkeitstheorie des Helmertschen Punktfehlers. *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen* 58 (2), 33-41.
- Hoffmann, H. (Juni 2011). 150 Jahre Liegenschaftskataster in der Region Berlin/Brandenburg Aufbau des Liegenschaftskatasters aus dem "Nichts":- wie war das 1861 ? *Vermessung Brandenburg*, S. 18-26.
- Hoffmann, H. (April 2013). Bodenreform 1945 in der Sowjetischen Besatzungszone. *FORUM - Zeitschrift des Bundes der Öffentlich bestellten Vermessungsingenieure e. V.*, S. 30-35.
- Krause, U. (Juni 2018). "Junkerland in Bauernhand". *Vermessung Brandenburg*, S. 10 - 18.
- Lang, H. (2008). *Deutschlands Vermessungs- und Kartenwesen*. Dresden: Weber Verlag GbR.
- Lehmann, R. (2020). *Ausgleichsrechnung I - Vermittelnde Ausgleichsrechnung Teil 1: Grundlagen*. Dresden.
- Masur, K. (Januar 1997). Die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK). *Vermessung Brandenburg*, S. 19 - 25.
- Ministerium des Inneren und für Kommunales. (2016). *Verdringliche Arbeiten für das Liegenschaftskataster - Prioritätenerlass III -*.
- Niemeier, W. (2002). *Ausgleichsrechnung*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Niemeier, W. (2008). *Ausgleichsrechnung Statistische Auswertungsmethoden*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Stadt und Förderverein Lieberose. (1998). *700 Jahre Stadt Lieberose*. Horb am Neckar: Geiger Verlag.

Wittstock, B. (2001). *Rechts- und Verwaltungsvorschriften des Preußischen Grundsteuerkatasters 1820 - 1945*. Berlin: Pro BUSINESS GmbH.

16 Internetquellen

- dahme-spreewald.de*. (28. Januar 2021). Von Kreisverwaltung: https://www.dahme-spreewald.info/sixcms/media.php/149/Organigramm_2020-01.pdf abgerufen
- geobasis-bb.de*. (11. März 2021). Von Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem: <https://geobasis-bb.de/lgb/de/geodaten/liegenschaftskataster/alkis/> abgerufen
- glossar.hs-augsburg.de*. (06. Oktober 2020). Von Normalverteilung: <https://glossar.hs-augsburg.de/Normalverteilung> abgerufen
- Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation*. (21. April 2021). Von Amtliches Festpunktinformationssystem (AFIS): <https://hvbg.hessen.de/sites/hvbg.hessen.de/files/AFIS.pdf> abgerufen
- Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden - Württemberg*. (21. April 2021). Von AFIS - ALKIS - ATKIS (AAA): <https://www.lgl-bw.de/unsere-themen/Geoinformation/AFIS-ALKIS-ATKIS/> abgerufen
- lgl.niedersachsen.de*. (12. April 2010). Von Basiswissen ALKIS/ETRS89 (Schulungsmaterial): https://www.lgl.niedersachsen.de/download/126885/Basiswissen_ALKIS_ETRS89_Schulungsfolien_Stand_12.04.2010.pdf abgerufen
- lgl.niedersachsen.de*. (4. Februar 2021). Von ALKIS-Komponenten: https://www.lgl.niedersachsen.de/startseite/online_angebote_amp_services/webdienste/afis_alkis_atkis/alkis/beschreibung-der-alkis-komponenten-101056.html abgerufen
- lika.geobasis-bb.de*. (1. Februar 2021). Von Lika Online: <https://lika.geobasis-bb.de/lika/control> abgerufen
- mwaeb.brandenburg.de*. (1. Oktober 2019). Von Prioritätenerlass III - Leitfaden QL - Anlage 1 - Lange Bearbeitungszeiten - Leitfaden QL - ALKIS®: <https://mwaeb.brandenburg.de/sixcms/media.php/1071/Anlage%201%20-%20Lange%20Bearbeitungszeiten.pdf> abgerufen
- technet-gmbh.com*. (3. Februar 2021). Von SYSTRA - GEOMETRISCHE INTEGRATION HETEROGENER GIS-DATEN: <https://www.technet-gmbh.com/produkte/systra/> abgerufen
- Wikipedia. (1. November 2020). *Landkreis Dahme-Spreewald*. Von https://de.wikipedia.org/wiki/Landkreis_Dahme-Spreewald abgerufen
- Wikipedia.de. (3. September 2016). Von Schloss Lieberose: https://de.wikipedia.org/wiki/Schloss_Lieberose#/media/Datei:Lieberose_Schloss-01.jpg abgerufen
- Wikipedia.de. (1. September 2020). Von Bezirk (DDR): [https://de.wikipedia.org/wiki/Bezirk_\(DDR\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Bezirk_(DDR)) abgerufen

Wikipedia.de. (12. April 2021). Von Deutschland 1945 bis 1949:

https://de.wikipedia.org/wiki/Deutschland_1945_bis_1949 abgerufen

Wikipedia.de. (31. März 2021). Von Heiliges Römisches Reich:

https://de.wikipedia.org/wiki/Heiliges_R%C3%B6misches_Reich abgerufen

Wikipedia.de. (5. April 2021). Von Lieberose: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lieberose> abgerufen

Wikipedia.de. (15. April 2021). Von Neue Länder:

https://de.wikipedia.org/wiki/Neue_L%C3%A4nder abgerufen

Anlage I

„Prioritätenerlass III – Anlage 3 – Erfassungshinweise“ des Landes
Brandenburg - Zusammenstellung der historischen Vorschriften
hinsichtlich Ihrer Qualität und Genauigkeit

Zusammenstellung historischer Vorschriften hinsichtlich Qualität und Genauigkeit

Datum	geltende Rechtsvorschrift	Qualität der Grenzen (Grenzfeststellung nach § 13 (2) BbgVermG)	Dreiecksnetz	Polygonzüge	Winkelmessung	Streckenmessung	zulässige Fehler bei Revision
07.06.1821	Gemeinheitsteilungsordnung (Auseinandersetzung) (Genauigkeit siehe Feldmesserreglement)	gesetzliches Verfahren Ermittlung und Anerkennung von Grenzen § 13 (2) BbgVermG erfüllt	Hauptdreiecke mit festen Eckpunkten		Bussole, Ablesung 1'	Ablesegenauigkeit 1/10 Rute = 0,38 m	
	Feldmesserreglement von 1813		Dreiecke mit festen Eckpunkten		Theodolit oder Bussole Ablesung 1'	Ablesegenauigkeit 1/10 oder 1/100 Rute = 0,38 m oder 0,04 m	$d_{max} = 0,002^*s$ bis $0,003^*s$ für ebenes - kopiertes Gelände $\pm (0,02 - 0,03) m$ auf 10 m $\pm (0,20 - 0,30) m$ auf 100 m $\pm (2,00 - 3,00) m$ auf 1000 m
21.05.1861	Grund- und Gebäudesteuergesetze Anweisungen vom 21.05.1861, 24.08.1861 und 18.01.1864 (Anlage des Katasters)	88% der Karten wurden kopiert 12% der Karten - Neumessung Anerkennung in Protokollen, selten Abmarkungen und kaum Kontrollen => Schaffung grafisch kontrollierter Karten	Dreiecksmessung ohne Anschluss an Landesdreiecksnetz Messung aller Winkel im Standpunkt	Polygonzüge zur Verdichtung doppelte Streckenmessung Brechungswinkel mit Winkelinstrument	Winkelsummenfehler im Dreieck: < 1' bei großen Dreiecken < 2' bei kleineren Dreiecken großes Dreieck: bis ca. 1000 Ruten Seitenlänge bis ca. 1000 Ruten Seitenlänge => maximale Fehler $\pm 1,88 m$ (1/2 Rute) auf 1000 Ruten i.d.R. keine Bussolennmessungen	Streckenfehler im Dreieck: < 0,0005*s bei großen Dreiecken < 0,001*s bei kleineren Dreiecken großes Dreieck: bis ca. 1000 Ruten Seitenlänge => maximale Fehler $\pm 0,03 m$ auf 10 m $\pm 0,33 m$ auf 100 m $\pm 3,33 m$ auf 1000 m	$D_{max} = 0,0033^*s$
17.01.1865	Vorläufige Anweisung II (Fortschreibung)	Ermittlung und Anerkennung aller Grenzen (inkl. Grenzberichtigung) Anerkennung der Abmarkungen § 13 (2) BbgVermG erfüllt		technische Ausführung nach den Anweisungen vom 18.01.1864 und 24.08.1861 Abmarkung der anerkannten Grenzen Beteiligung der Grundeigentümer bei der Vermessung vor Ort und durch Bekanntgabe der Ergebnisse (Möglichkeit Einwendungen zu erheben)			$D_{max} = 0,0033^*s$ $\pm 0,03 m$ auf 10 m $\pm 0,33 m$ auf 100 m $\pm 3,33 m$ auf 1000 m
31.03.1877	Anweisung II (Fortschreibung) (Genauigkeit: Neumessungsinstruktion vom 25.08.1857)	Ermittlung und Anerkennung aller Grenzen (inkl. Grenzberichtigung) Anerkennung der Abmarkungen § 13 (2) BbgVermG erfüllt	Streckengenauigkeit: 0,0005*s (III. O.) 0,001 * s (IV.O.) => 1 bis 2 m auf 2000 m Streckenlänge	Einführung des Meter, Winkelmessung rechter Winkel mit Instrument (Bussole im Notfall) Durchführung von Kontrollen Definition Aufnahmefehler - Anweisungen zur Berichtigung ab 1882 Genauigkeitsforderungen nach der Anweisung VIII Kataster = amtliches Verzeichnis Grundbuch => rechtliche Anforderungen an Verfahren und Fehlerbehebung			
	Instruktion über das Neumessungsverfahren in den westlichen Provinzen vom 25.08.1857				Winkelsummenfehler im Dreieck: < 15 mgon in der III. Ordnung < 30 mgon in der IV. Ordnung PP: $[v_i] < n * 10$ mgon	$D_{max} = 0,0033^*s$ bis $0,0065^*s$ (einfaches bis schwieriges Gelände) $\pm (0,03 - 0,07) m$ auf 10 m $\pm (0,33 - 0,65) m$ auf 100 m $\pm (3,33 - 6,50) m$ auf 1000 m	Differenzen $> 2 * D_{max}$ sind unzulässig

Datum	geltende Rechtsvorschrift	Qualität der Grenzen (Grenzfeststellung nach § 13 (2) BbgVermG)	Dreiecksnetz	Polygonzüge	Winkelmessung	Streckenmessung	zulässige Fehler bei Revision
25.10.1881	Anweisung VIII, IX (Neuvermessungen)	Ermittlung und Anerkennung aller Grenzen sireitige Grenzen - besonders kennzeichnen Anerkennung der Abmarkungen § 13 (2) BbgVermG erfüllt	Anschluss an I. u. II. O	Verdichtung des Dreiecksnetzes $F_s = \sqrt{(F_x^2 + F_y^2)}$ $F_s < (0,01 \cdot \sqrt{(4[s] + 0,005[s]^2)}) -$ $F_s < (0,01 \cdot \sqrt{(8[s] + 0,01[s]^2)})$	TP: 2 FRL 3-4 Vollsätze (IV. / III.O) $v_r < 4,5 \text{ mgon} - \text{III.O}$ $v_r < 7,5 \text{ mgon} - \text{IV.O}$ PP: 2 FRL, 1 Vollsatz $[v_r] < 30 \text{ mgon} \cdot \sqrt{n}$ Bussole nur in Forsten (Fehlergrenzen wie PP)	rechte Winkel mit Instrument Differenzen aus Doppelmessungen $D_{\text{max}} = 0,01 \cdot \sqrt{(4s + 0,005s^2)}$ bis $D_{\text{max}} = 0,01 \cdot \sqrt{(8s + 0,01s^2)}$ (nach Geländeneigung) $\pm (0,06 - 0,09) \text{ m auf } 10 \text{ m}$ $\pm (0,21 - 0,30) \text{ m auf } 100 \text{ m}$ $\pm (0,95 - 1,34) \text{ m auf } 1000 \text{ m}$	
21.02.1896	Anweisung II (Fortbeschreibung)	Grenzuntersuchung zwingend Grenzverhandlung: Ermittlung und Anerkennung der Grenzen Abmarkung neuer Grenzen Hinwirkung auf Abmarkung bestehender Grenzen Definition der Abweichungen zwischen Örtlichkeit und Kataster - Fehlerbehebung Fehler unklar - Klärung mit Grundbuch § 13 (2) BbgVermG erfüllt			Winkelmessung nur in Ausnahmen Bussolenzüge in Ausnahmen (örtliche Verhältnisse) Umrechnung in rechtwinklige Maße Fehlergrenzen nach Anweisung VIII	rechte Winkel mit Instrument wirksame Kontrollen, Messung muss in sich kartierbar sein Differenzen aus Doppelmessungen $D_{\text{max}} = 0,01 \cdot \sqrt{(4s + 0,005s^2)}$ bis $D_{\text{max}} = 0,01 \cdot \sqrt{(8s + 0,01s^2)}$ (nach Geländeneigung) $\pm (0,06 - 0,09) \text{ m auf } 10 \text{ m}$ $\pm (0,21 - 0,30) \text{ m auf } 100 \text{ m}$ $\pm (0,95 - 1,34) \text{ m auf } 1000 \text{ m}$	
21.02.1913	EV zur Anweisung II (Fortbeschreibung)	Zusätzlich zu 1896: Katastermacheis maßgebend, außer - Zeichenfehler - Aufnahmefehler - Grenzänderung mit rechtlicher Wirkung Messungsverhandlung = öffentliche Urkunde (ZPO) Abmarkung: Anerkennung - exakte UV Grenzvermessungsverzeichnis		Polygonmessungen i.d.R. nur im Geltungsbereich eines Bebauungsplans - allmähliche Kartenerneuerung => Genauigkeit richtet sich nach Anweisung VIII		Handriss mit alten Zahlen als Messgrundlage Sonderung mit Auflagen sonst wie 1896	
17.06.1920	Anweisung II (Fortbeschreibung)	zusätzlich zu 1913: Preußisches Wassergesetz Grenze gilt als festgestellt: - ermittelt, vermarktet, anerkannt nach früheren Vorschriften - rechtskräftiger Revers wirksame Grenzänderung: - Urteil, Vergleich - Wasserrecht - gesetzliche Enteignung weiter***	*** Versagen Kataster def. UV - cm-scharf Grenzvermessung = Fortbeschreibungverm. Def. Einwandfreie Messung	Polygonmessungen i.d.R. nur im Geltungsbereich eines Bebauungsplans und in Erwartung zahlreicher Messung - allmähliche Kartenerneuerung => Genauigkeit nach Anweisung VIII topografische Einmessung der PP zur Wiederherstellung	Instrumentenprüfung Bussolen nicht erlaubt	zulässige Fehlergrenze: Feldmesserreglement: $D_{\text{max}} = (0,002 - 0,003) \cdot S$ (mind. 0,1 m) $\pm (0,2 - 0,3) \text{ m auf } 100 \text{ m}$ 1920: $D_{\text{max}} = 0,01 \cdot \sqrt{(4s + 0,005s^2)}$ bis $D_{\text{max}} = 0,01 \cdot \sqrt{(8s + 0,01s^2)}$ $\pm (0,21 - 0,3) \text{ m auf } 100 \text{ m}$ Rutenmessungen: $D_{\text{max}} + (0,05 \text{ bis } 0,1) \text{ Ruten}$ $\pm (0,4 - 0,7) \text{ m auf } 100 \text{ m}$	Probleme beim Vergleich alter Messzahlen werden benannt => größere Differenzen akzeptierbar, als bei Doppelmessungen nach Anweisung II

Datum	geltende Rechtsvorschrift	Qualität der Grenzen (Grenzfeststellung nach § 13 (2) BbgVermG)	Dreiecksnetz	Polygonzüge	Winkelmessung	Streckenmessung	zulässige Fehler bei Revision
01.06.1931	EB I. Teil zu den Anweisungen VIII, IX, X (Neuvermessungen)	zusätzlich zu 1881 Anschluss aller Messungen an das Landesdreiecksnetz cm-genaue unterirdische Sicherung kontrollierte Messung	konforme Koordinaten Gauß-Krügel-Abbildung Besselellipsoid $m_x = m_y < 0,10 \text{ m}$ Fehlerellipse: $a < 0,15 \text{ m}$	Umring von Hauptzügen mit Anschluss an TP, Nebenzüge für Liniennetz der Stückvermessung Formeln für Längs- und Querabweichung, Tabellen $\Delta l < 0,002 \cdot \sqrt{s} + 0,0003(s) + 0,05$ (günstig) $\Delta l < 0,003 \cdot \sqrt{s} + 0,00035(s) + 0,05$ (mittel) $\Delta l < 0,004 \cdot \sqrt{s} + 0,0004(s) + 0,05$ (ungünstig) z.B. Hauptz., 5 Brechpunkte, 1 km Länge $ \nu_{pl} < 45 \text{ mgon}$, $\Delta l < 0,41 \text{ m}$, $\Delta w < 0,28 \text{ m}$	TP: $s_i < 2 \text{ mgon}$ (Satzmittel) PP: $ \nu_{pl} < 20 \cdot \sqrt{n} \text{ mgon}$ (Hauptz.) $ \nu_{pl} < (20 + 20 \cdot \sqrt{n}) \text{ mgon}$ (Nebenz.)	PP: $D_{\text{max}} = 0,004 \cdot \sqrt{s} + 0,0003s + 0,02 -$ $D_{\text{max}} = 0,008 \cdot \sqrt{s} + 0,0004s + 0,02$ $\pm (0,04 \text{ bis } 0,05) \text{ m auf } 10 \text{ m}$ $\pm (0,09 \text{ bis } 0,14) \text{ m auf } 100 \text{ m}$ $\pm (0,45 \text{ bis } 0,67) \text{ m auf } 1000 \text{ m}$ Stückvermessung: D_{max} = $0,008 \cdot \sqrt{s} + 0,0003s + 0,05 -$ $D_{\text{max}} = 0,012 \cdot \sqrt{s} + 0,0005s + 0,05$ $\pm (0,08 \text{ bis } 0,09) \text{ m auf } 10 \text{ m}$ $\pm (0,16 \text{ bis } 0,22) \text{ m auf } 100 \text{ m}$ $\pm (0,60 \text{ bis } 0,93) \text{ m auf } 1000 \text{ m}$	
01.03.1939	Anweisung II von 1920 mit Änderungen vom 15.11.1941 (Fortführung)			zusätzlich zu 1920: Einführung einheitlicher Bezeichnungen umfangreiche Bestimmungen zu Personalanforderungen sehr detaillierte Erläuterungen			
15.04.1946	Vermessungsinstruktion I (Bodenreform - DDR)	Bodenordnungsverfahren => rechtskräftiger Ausführungsplan mit Anerkennung (Listen) § 13 (2) BbgVermG erfüllt aber: eingeschränkte Grenzuntersuchung Abmarkung eingeschränkt vereinfachtes Messverfahren Kartierbarkeit nicht gefordert	i.d.R. verboten notwendige Kleintriangulation in Ausnahmefällen	Anschluss aller Messungen ab 10 ha (Ortslage) bzw. 30-40 ha (Feldlage) an das Reichsdreiecksnetz nur in Einzelfällen - Neuaufnahmen geschlossene Polygonzüge ohne Anschluss möglich		Kontrolle durch doppelte Messung der kurzen Kopfbreiten (lange Kopfbreiten nur, wenn es zur Kartierung notwendig ist) keine Genauigkeitsvorgaben Wirtschaftlichkeit geht vor	
01.11.1952	Fortführungsanleitung (DDR)	Ähnlich Anweisung II Grenzfeststellung in Grenzverhandlung Abmarkung anerkannt kontrollierte Messung Fehlerberichtigung § 13 (2) BbgVermG erfüllt		nur bei Neumessungen => siehe 1954		wie 1920	

Anlage II

Qualifizierung der Altpunkte im QL – Projektgebiet Lieberose

Untersuchung Referenzkoordinaten

Punktnummer	Flur	Entstehung	Jahr	Vermarkung Entstehung	Koordinaten-entstehung	Jahr	Vermarkung Vorgefunden	Hinweis
334525758240523	14	FR 52	1875	Feldstein ?	FR 105 ?	1996	Stein fehlt	Transformation 2002
334525757204000	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757204001	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757204002	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757204003	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757204004	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757204005	14	FR 67	1946	Granitstein	FR 121	2002	Stein	
334525757204013	14	FR 70	1946	Granitstein ?	HR 4	2001	Granitstein ?	
334525757205000	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein mit DR	
334525757205005	14	FR 84	1975	Granitstein	FR 121	2002	Flasche	
334525757205006	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757205007	14	FR 67	1946	Granitstein ?	FR 121	2002	Granitstein	
334525757205031	14	FR 84	1975	Granitstein	FR 121	2002	Granitstein	
334525757205041	14	FR 84	1975	Gebäudepunkt	FR 121	2002	Gebäudeecke	
334525757205046	14	FR 67	1946	Granitstein	FR 121	2002	Granitstein	
334525757205048	14	FR 67	1946	Granitstein	FR 121	2002	Granitstein	
334525757205049	14	FR 67	1946	Granitstein	FR 121	2002	Granitstein	
334525757205050	14	FR 84	1975	Gebäudepunkt	FR 121	2002	Gebäudeecke	
334525757205051	14	FR 84	1975	Gebäudepunkt	FR 121	2002	Gebäudeecke	
334525757240520	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 105	1996	Granitstein	Transformation 2002
334525757240521	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 105	1996	Granitstein	Transformation 2002
334525757240522	14	FR 52	1870	Stein ?	FR 138	2015	Betonstein	
334525757304006	14	FR 70	1947	Gebäudepunkt	HR 15	2020	Gebäudepunkt	
334525757304007	14	FR 70	1947	Gebäudepunkt	HR 15	2020	Gebäudepunkt	
334525757304008	14	FR 70	1947	Gebäudepunkt	HR 15	2020	Gebäudepunkt	
334525757304012	14	FR 70	1947	Gebäudepunkt	HR 15	2020	Gebäudepunkt	
334525757305032	14	FR 84	1975	Gebäudepunkt	FR 121	2002	Gebäudeecke	
334525757500710	14	FR 70	1947	Gebäudepunkt	HR 15	2020	Gebäudepunkt	
334525757500996	14	FR 66	1947	Granitstein	HR 15	2020	Drainrohr	
334525758202000	14	FR 57	1947	Granitstein	FR 119	2000	Flasche	
334525758202001	14	FR 57	1946	Granitstein	FR 119	2002	Granitstein ?	
334525758202002	14	FR 93	1983	Zementstein	FR 93	2002	Zementstein	
334525758202003	14	FR 57	1947	Granitstein	FR	2002	Betonstein?	
334525758202011	14	FR 57	1947	Granitstein	FR	2002	Betonstein?	
334525758203661	14	FR 57	1946	Granitstein	FR 131	2007	Granitstein ?	
334525758203662	14	FR 57	1946	Granitstein	FR 131	2007	Granitstein ?	Stein schief !
334525758205004	13	FR 26	1875	Stein ?	FR 122	2002	Stein	
334525758205008	14	FR 52	1870	Stein ?	FR 122	2002	Stein	
334525758205009	14	FR 52	1870	Stein ?	FR 122	2002	Stein	
334525758205010	14	FR 52	1870	Stein ?	FR 122	2002	Stein	

334525758205015	14	FR 80	1969	Stein ?	FR 122	2002	Stein	
334525758240502	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Granitstein	
334525758240503	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Granitstein	
334525758240504	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Granitstein	
334525758240506	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Granitstein	
334525758240507	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein	
334525758240508	14	FR 60	1947	Granitstein	FR 105	1996	Stein	Transformation 2002
334525758240509	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein	
334525758240510	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	nicht zugänglich Stein	Nicht identifizierbar
334525758240511	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein + Drainrohr	
334525758240512	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein	Koordinate weist Fehler auf
334525758240513	14	FR 105	1996	Betonstein	FR 105	1996	Betonstein	Transformation 2002
334525758240514	14	FR 105	1996	Betonstein	FR 105	1996	Betonstein	Transformation 2002
334525758240515	14	FR 105	1996	Betonstein	FR 105	1996	Betonstein	Transformation 2002
334525758240516	14	FR 105	1996	Betonstein	FR 105	1996	Betonstein	Transformation 2002
334525758240517	14	FR 105	1996	Betonstein	FR 105	1996	Betonstein	Transformation 2002
334525758240518	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein	
334525758240524	13	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 122	2002	keine	
334525758240607	14	FR 105	1990	Keine Vermarkung	FR 105	1996	Keine Vermarkung	
334525758240608	14	FR 105	1990	Keine Vermarkung	FR 105	1996	Keine Vermarkung	
334525758240609	14	FR 105	1990	Keine Vermarkung	FR 105	1996	Keine Vermarkung	
334525758240610	14	FR 105	1990	Keine Vermarkung	FR 105	1996	Keine Vermarkung	
334525758500005	14	FR 91	1982	Gebäudepunkt	FR 141	2019	Gebäudepunkt	
334525758500006	14	FR 91	1982	Gebäudepunkt	FR 141	2019	Gebäudepunkt	
334525758500007	14	FR 141	2019	Betonstein	FR 141	2019	Betonstein	
334525758501328	14	FR 91	1982	ohne	FR 141 ?	2019	keine	Punkt nicht vermarkt !
334525758501353	14	FR 91	1982	Keine Vermarkung	FR 141	2019	Keine Vermarkung	Berechnet, keine Vermarkung
334525758501362	14	FR 91	1982	Keine Vermarkung	FR 141	2019	Keine Vermarkung	Berechnet, keine Vermarkung
334525758501375	14	FR 52	1875	Feldstein ?	FR 141	2019	Feldstein (Steht Falsch ?)	
334525758501378	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Granitstein	Abmarkung steht falsch ! Punkt Berechnet
334525758501382	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Keine	Punkt Berechnet
334525758501384	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein + Flasche	
334525758501389	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Keine	Punkt Berechnet
334525758501401	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein	
334525758501412	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 141	2019	Granitstein + Drainrohr	
334525758501435	14	FR 60	1946	Granitstein ?	FR 139	2016	Granitstein	
334525758590003	14	FR 52	1875	Feldstein ?	?	?	?	Keinen Nachweis zur Entstehung der Koor.
334525759205090	14	FR 41	1901	Stein	HR 9	2008	Granitstein	
334525759205091	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 9	2008	Granitstein	
334535757204001	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
334535757204002	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
334535757204003	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
334535757204004	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	

3345335757204005	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
3345335757204006	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
3345335757204007	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
3345335757204008	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
3345335757204009	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
3345335757204010	14	FR 56	1948	Granitstein ?	HR 6	2000	Granitstein ?	
3345335757204011	14	FR 67	1946	Granitstein ?	HR 5	2000	Granitstein ?	
3345335757204012	14	FR 67	1946	Granitstein ?	HR 5	2000	Granitstein ?	
3345335757204013	14	FR 67	1946	Granitstein ?	HR 5	2000	Granitstein ?	
3345335757204014	14	FR 67	1946	Granitstein ?	HR 5	2000	Granitstein ?	
3345335757204015	14	FR 76	1959	Granitstein	HR 11	2001	Granitstein	
3345335757204016	14	FR 76	1959	Granitstein	HR 11	2001	Granitstein	
3345335757204017	14	FR 76	1959	Granitstein	HR 11	2001	Granitstein	
3345335757204018	14	FR 76	1959	Granitstein	HR 11	2001	Granitstein	
3345335757204020	14	FR 69	1946	Granitstein ?	HR 7	2000	Granitstein ?	
3345335757204022	14	FR 69	1946	Granitstein ?	HR 7	2000	Granitstein ?	
3345335757204023	14	FR 69	1946	Granitstein ?	HR 7	2000	Granitstein ?	
3345335758205131	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 10	2008	Granitstein	
3345335758205132	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 10	2008	Flasche	
3345335758205133	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 9	2008	Flasche	
3345335758205134	14	FR 57	1946	Granitstein		2008	keine	berechnet
3345335758205138	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 10	2008	keine	berechnet
3345335758205141	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 10	2008	Flasche	
3345335759205140	14	FR 57	1946	Granitstein	HR 9	2008	keine	berechnet

=
=

stochastisch aus
benutzer Altpunkt