

Projektbericht

Digitalisierung historische Waldgebiete

Preußische Landesaufnahme 1877-1915

Schmettau'sches Kartenwerk 1767-1787

bearbeitet im Auftrag des:

Landesbetrieb Forst Brandenburg

Zeppelinstraße 136

14471 Potsdam

durch:

Dipl.- Ing. Jörg Schröder

Sprucker Straße 9

03172 Guben

Guben, den 8. November 2012

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung.....	3
2 Ausgangsmaterial.....	5
2.1 Georeferenzierungsgrundlage.....	5
2.2 Preußische/Sächsische Landesaufnahme.....	5
2.3 Schmettau'sches Kartenwerk.....	6
2.4 weitere Grundlagen.....	6
2.5 Übersicht Datenmengen.....	6
2.6 verwendete Software.....	7
3 Preußische/Sächsische Landesaufnahme.....	8
3.1 Georeferenzierung der Preußischen Landesaufnahme	8
3.2 Georeferenzierung Sächsische Landesaufnahme.....	9
3.3 Digitalisierung der Preußischen/Sächsischen Landesaufnahme.....	10
4 Schmettau'sches Kartenwerk.....	14
4.1 Vorbereitung der Kartenblätter.....	14
4.2 Georeferenzierung des Schmettau'schen Kartenwerkes.....	17
4.2.1 Erfassung der Passpunkte.....	17
4.2.2 Erfassung der Randpunkte.....	24
4.2.3 Ausgleichung der Pass- und Randpunkte.....	26
4.2.4 Entzerrung der Bilddaten.....	69
4.2.4.1 Korrektur der Entzerrung.....	69
4.2.4.2 Beschneidung Kartenblatt 091_Franckfurth.....	70
4.2.4.3 Resampling.....	71
4.2.5 Farbabgleich.....	72
4.2.6 Verschneidung mit Blattschnitt TK25.....	74
4.3 Digitalisierung des Schmettau'schen Kartenwerkes.....	76
4.4 Genauigkeitsabschätzung.....	79
4.4.1 Aus der Historie des Kartenwerkes.....	79
4.4.2 Analyse mit MapAnalyst.....	83
4.4.3 Statistische Daten.....	85
5 Metadaten.....	93
6 Abgabe.....	95
7 Zusammenfassung.....	97
7.1 Die Daten der Preußischen Landesaufnahme.....	97
7.2 Die Daten des Schmettau'schen Kartenwerkes.....	98
7.3 Datenabgabe.....	100
7.4 Ausblick.....	101
8 Danksagung.....	103

1 Aufgabenstellung

Nachhaltigkeit – ein Begriff, der in aller Munde ist, spätestens seit mit Entstehung der Umweltbewegung in den 70er Jahren auch einer breiten Bevölkerungsschicht bewusst wurde, dass der enorme Ressourcenverbrauch der modernen Wirtschaft und die massive Umgestaltung der Landschaft im vergangenen Jahrhundert letztendlich in eine Sackgasse führen muss. Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde Anfang des 18. Jh. in der Forstwirtschaft geprägt, bedingt durch die geringen Wachstumsraten der Waldbestände ist wie in kaum einem anderen Wirtschaftszweig der Erfolg so abhängig von auf Dauer angelegter Planung. Um langfristige Entscheidungen in der Forstplanung treffen zu können, muss die historische Waldentwicklung bekannt sein, gerade weil zukünftig auch historische Fehlentwicklungen korrigiert werden sollen. Ziel des Anfang des Jahres 2011 vom **Landesbetrieb Forst Brandenburg** initiierten Projektes, dessen Ergebnisse in dem hiermit vorgelegten Projektbericht vorgestellt werden sollen, war, anhand von historischem Kartenmaterial die Entwicklung der Brandenburger Forsten der vergangenen 250 Jahre nachzuweisen. Die historisch nachgewiesenen Waldflächen sollen GIS-konform als vektorielle Flächenobjekte erfasst werden, damit sie zukünftig an allen Standorten des Landesbetriebes den Mitarbeitern, aber auch ressortübergreifend der gesamten Landesverwaltung zu Verfügung gestellt werden können.

Die Gründe für den Bedarf an einer landesweiten Erfassung von historischen Walddaten sind ausführlich niedergelegt im Abschlussbericht des Modellprojektes „Walderhaltung und gegebenenfalls Waldmehrung“¹, nur die wichtigsten Aspekte sollen hier kurz aufgeführt werden:

1. Bestimmte Pflanzen- und Tierarten kommen ausschließlich oder schwerpunktmäßig in historisch alten Wäldern vor.
2. Häufig sind seltene und gefährdete Arten in historisch alten Wäldern zu finden.
3. Die Böden unterliegen einer langfristigen typischen Entwicklung zu Waldböden, die sich im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen nicht ersetzen lassen.
4. In historisch alten Wäldern lassen sich am ehesten kulturgeschichtliche Spuren finden, die im Rahmen des Denkmal- und/oder Naturschutzes schutzwürdige Flächen oder Objekte darstellen, wie zum Beispiel Wölbäcker (Hochäcker) und Meilerplätze.
5. Auf alten Waldstandorten ist eine besonders hohe genetischen Diversität zu erwarten.

¹ Joachim Groß, Dr.rer.nat.habil. Monika Wulf, Flächenbezogene Ermittlung von Waldmehrungspotenzialen mit Hilfe von historischem Kartenmaterial (Zeitraum 1780 bis zur Gegenwart) unter Einbeziehung von naturräumlichen, standörtlichen und raumordnerischen Gesichtspunkten in drei ausgewählten Modellregionen des Landes Brandenburg, Abschlussbericht, Potsdam, 2005

6. Sie stellen potenzielle Standorte autochthoner Gehölze und krautiger Pflanzen dar.
7. Der Erfolg von Neuaufforstungen ist am ehesten auf historisch alten Waldböden gegeben.
8. Für die Etablierung neuer, künftig naturnaher Flächen ist das Angrenzen an bestehende historisch alte Wälder von besonderem Interesse.

Somit wird mit der Erfassung der historischen Waldflächen eine wichtige Grundlage dafür geschaffen, dass zukünftig das Potential an naturnahen Wäldern weiter entwickelt werden kann.

Mit Start des Projektes war allen beteiligten Akteuren bewusst, dass die hier zu erzeugenden Daten, insbesondere die georeferenzierten Bilddaten der historischen Kartenwerke ein großes Interesse auch in anderen Fachbereichen, in der Wissenschaft und nicht zuletzt auch bei historisch interessierten Bürgern wecken dürfte. Ganz im Sinne der Nachhaltigkeit, auch unter dem Aspekt, dass für die Finanzierung des Projektes Fördermittel aus dem **Europäischen Fonds für regionale Entwicklung** in nicht unerheblichem Maße in Anspruch genommen worden sind, wurde das Projektziel nicht nur auf die rein forstwirtschaftlichen Interessen, sondern auf einen breiten Anwenderkreis ausgelegt.

2 Ausgangsmaterial

2.1 Georeferenzierungsgrundlage

Als Grundlage zur Georeferenzierung wurde die aktuelle Digitale Topografische Karte TK25 einmal als Bilddatensatz (verschiedene TIFF-Formate) und einmal als Vektordatensatz im SHAPE-Format flächendeckend für das Land Brandenburg zur Verfügung gestellt. Die Daten sollten vor allem als Grundlage für die Georeferenzierung der Preußischen/Sächsischen Landesaufnahme dienen. Weiterhin sollte das Kartenwerk auch zur Georeferenzierung des Schmettau'schen Kartenwerkes benutzt werden, wobei schon in der Projektplanung davon ausgegangen wurde, dass dieses nicht die einzige Grundlage bleiben kann.

Nach Rücksprache mit dem Landesbetrieb "Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg" wurden von diesem die Koordinaten der aktuellen Trigonometrischen Punkte zur Verfügung gestellt. Diese sollten als wesentlich genauere Grundlage zur Georeferenzierung der Kartenblätter der Preußischen Landesaufnahme benutzt werden, wobei davon ausgegangen wurde, dass nur noch ein geringer Teil der aktuellen Trigonometrischen Punkte denen der Preußischen Landesaufnahme entspricht.

Als weitere Grundlage zur Georeferenzierung wurde das von Geodatenzentrum des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie zum freien Download zur Verfügung gestellte Gitternetz der aktuellen TK25 benutzt.

Weiterhin bemühte sich der Auftragnehmer zur Georeferenzierung des Schmettau'schen Kartenwerkes um weitere frei zur Verfügung stehende Datengrundlagen. Für die außerhalb des heutigen Landes Brandenburg dargestellten Gebiete sollte zumindest eine grobe Georeferenzierung des Kartenwerkes sichergestellt werden. Benutzt wurden die von der Landesvermessung zur Verfügung gestellten WMS-Dienste insbesondere für die Gebiete, die über das Landesgebiet Brandenburgs hinausgreifen und historische Kartenblätter der Preußischen Landesaufnahme, die auf dem Gebiet der heutigen Volksrepublik Polen liegen.

2.2 Preußische/Sächsische Landesaufnahme

Von der Landesforstanstalt wurden zur Verfügung gestellt:

- 291 Kartenblätter Preußische Landesaufnahme der Jahrgänge 1879-1902
- 7 Kartenblätter Sächsische Landesaufnahme der Jahrgänge 1880-1883

Die Kartenblätter haben einen Originalmaßstab von 1:25.000. Sie lagen als Rohscans im TIFF-Format (24-bit Farbtiefe) vor. Die Qualität der gescannten Kartenblätter ist nicht einheitlich. Als Grundlage für die Digitalisierung war die Qualität ausreichend, für

die Veröffentlichung in einem Webdienst wäre eine höhere Qualität wünschenswert gewesen.

2.3 Schmettau'sches Kartenwerk

Vom Landesbetrieb Forst Brandenburg wurden 39 Kartenblätter des Schmettau'schen Kartenwerkes zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Größe wurden einige der Blätter in zwei Teilen gescannt, so dass insgesamt 59 TIFF-Dateien vorlagen. Die Farbtiefe der Dateien betrug durchgängig 24bit, die Auflösung lagen unterschiedlich vor, in 200 bzw. in 300 DPI. Die Scanqualität war auch hier wieder unterschiedlich, insbesondere waren Abweichungen des Farbspektrums zwischen den Kartenblättern deutlich sichtbar.

Auf Anfrage stellte der Landesbetrieb Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg einen Teil des Kartenwerkes aus eigenen digitalen Beständen zur Verfügung. Es wurden 32 Kartenblätter bereitgestellt, die Qualität war hier höher und auch einheitlicher.

Ein Großteil der Kartenblätter liegt im Original aufgezogen auf Leinwand vor. Dabei wurden die Kartenblätter gekachelt um eine beschädigungsfreie Faltung zu ermöglichen.

2.4 weitere Grundlagen

Die Digitalisierung der historischen Walddaten sollte, soweit eine Identität erkennbar ist, auf den Strukturen der aktuell im Forst-GIS vorliegenden Walddaten erfolgen. Dazu wurden vom Auftraggeber die Forstflächen als Geodatabase zur Verfügung gestellt.

Weiterhin wurden zur Verfügung gestellt:

- tabellarische Blattübersichten für die PLA und Schmettau
- Legende zur Karte von Schmettau-Schulenburg mit ausführlichen Anmerkungen zur Entstehung des Kartenwerkes
- Übersichtskarten zum Schmettau'schen Kartenwerk
- Hinweise zur Georeferenzierung des Schmettau'schen Kartenwerkes

2.5 Übersicht Datenmengen

- DTK25 Bilddaten: 1547 Dateien mit insgesamt 2,0 GB
- DTK25 Shape: 50 Dateien mit 740 MB
- 37885 Trigonometrische Punkte mit 2,1 MB
- Preußische/Sächsische Landesaufnahme: 298 Dateien mit 31,8 GB
- Schmettau'sches Kartenwerk: 91 Dateien mit 15,6 GB

- Forstdaten: 1 Geodatabase mit 213 MB und 363.299 Objekten

2.6 verwendete Software

- ESRI® ArcGIS 9.3 zur Georeferenzierung/Entzerrung Schmettau'sches Kartenwerk
- Geograf 6.0 HHK Datentechnik Braunschweig zur Georeferenzierung/Entzerrung Preußische/Sächsische Landesaufnahme und zur Digitalisierung der Forstdaten
- FME 2011 Safe Software Inc. für das Geodatenmanagement
- KAFKA 6.0, W. Benning, Aachen (Ausgleichungssoftware) in Verbindung mit:
- KafPlot 1.8 (Eigenentwicklung VB Schröder) zur Ausgleichung der Kartenkacheln und der Kartenränder des Schmettau'schen Kartenwerkes
- GIMP 2.6 (Freeware) zur Bilddatenkonvertierung und Retusche
- ImgMan 1.0 (Eigenentwicklung VB Schröder) für spezielle Bildretuschen
- MapAnalyst 1.3.22, Bernhard Jenny, Oregon State University und Adrian Weber, ETH Zurich für die Analyse des Schmettau'schen Kartenwerkes

3 Preußische/Sächsische Landesaufnahme

3.1 Georeferenzierung der Preußischen Landesaufnahme

Gemäß der Aufgabenstellung sollte die Georeferenzierung anhand der zur Verfügung gestellten DTK25 erfolgen. Mit einer Passpunktanzahl von ca. 10 Punkten je Kartenblatt sollte eine durchschnittliche Gesamtabweichung von kleiner als 20m erreicht werden.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurden zuallererst die mit 24bit-Farbtiefe vorliegenden Bilddaten in 8bit Graustufen konvertiert. Die Datenmenge konnte so ohne merkbareren Informationsverlust um ca. 3/4 reduziert werden.

Erste über die Landesfläche verteilte Tests zeigten, dass das heutige Gitternetz der TK25, welches aus den Quellen des BKG als Vektordaten vorlag, im Rahmen der erzielbaren Genauigkeit keine nachweisbare Verschiebung gegenüber dem Gitternetz der Preußischen Landesaufnahme von 1880 aufweist. Die Kreuzungspunkte des Gitternetzes wurden als Passpunkte für die Blattecken der preußischen Landesaufnahme benutzt.

Um weitere Passpunkte in die Georeferenzierung und Entzerrung einzuführen, wurden die von der LGB zur Verfügung gestellten Koordinaten der Trigonometrischen Punkte benutzt. Insbesondere die Punkte 3. Ordnung und oft die Hochpunkte der 5. Ordnung (Kirchturmspitzen) zeigten sich als identisch mit den auf den Kartenblättern verzeichneten Trigonometrischen Punkten. Diese Punkte haben den Vorteil, dass die Generalisierung der Kartendarstellung als Fehlerursache für die Passpunktgenauigkeit entfällt, dienten die TP doch als Grundlage für die Aufnahme mit dem Messtisch.

Es wurden durchschnittlich 10-20 Passpunkte je Kartenblatt verwendet. Mit einer 4-Parametertransformation wurde eine durchschnittliche Standardabweichung von 10-15 m erreicht, das entspricht 0,6 mm in der Karte.

Zusätzlich zur Aufgabenstellung wurden die Kartenblätter entzerrt und an den Rändern beschnitten, so dass abschließend ein blattschnittfreies Bildkartenwerk vorliegt.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes liegen in folgenden Verzeichnissen vor:

11_PreußischeLA_Entzerrt:

291 Kartenblätter mit Kartenrahmen, georeferenziert und entzerrt

13_PreußischeLA_Gitter:

291 Kartenblätter ohne Kartenrahmen, georeferenziert und entzerrt

15_PreußischeLA_Trafo:

291 Textdateien mit dem Nachweis der Transformationsparameter

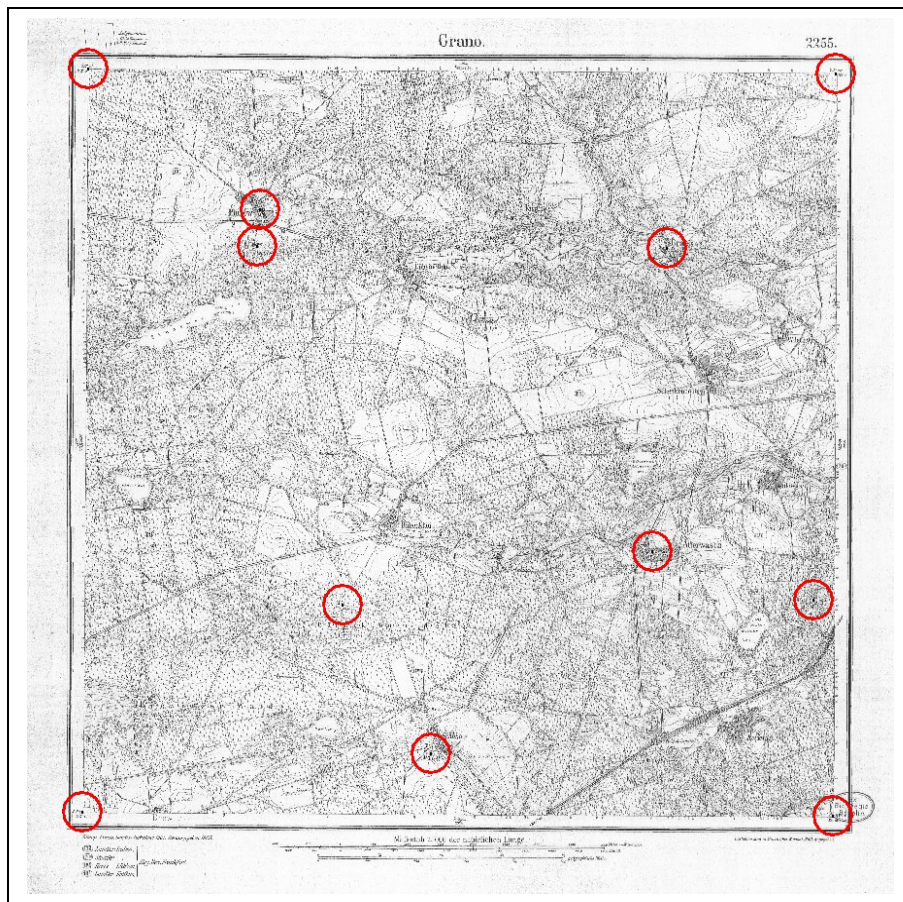


Abbildung 1: Blatt 4053_Grano Passpunkte

3.2 Georeferenzierung Sächsische Landesaufnahme

Die Kartenblätter der Sächsischen Landesaufnahme weisen, obwohl sie im gleichen Zeitraum der Preußischen Landesaufnahme entstanden sind, generell eine geringere Lagegenauigkeit auf. Nach Aussagen Staatsbetriebes Geobasisinformation und Vermessung Sachsen basieren die Karten dieser Jahrgänge noch nicht auf der im gleichen Zeitraum ausgeführten neuen Landestriangulation.

Die dem Kartenwerk innewohnenden Spannungen treten aber sehr großflächig auf, so dass zwar eine umfangreichere Erfassung von Passpunkten notwendig war, aber doch auf ca. 30 Punkte je Kartenblatt begrenzt werden konnte. Die Bilddaten, bei denen Restklaffen bis zu 200 m auftraten, wurden mittels Dreiecksvermaschung entzerrt. Das Gitternetz der TK25 konnte für die sächsischen Kartenblätter nicht benutzt werden, da hier eine Verschiebung um bis zu 250 m auftritt.

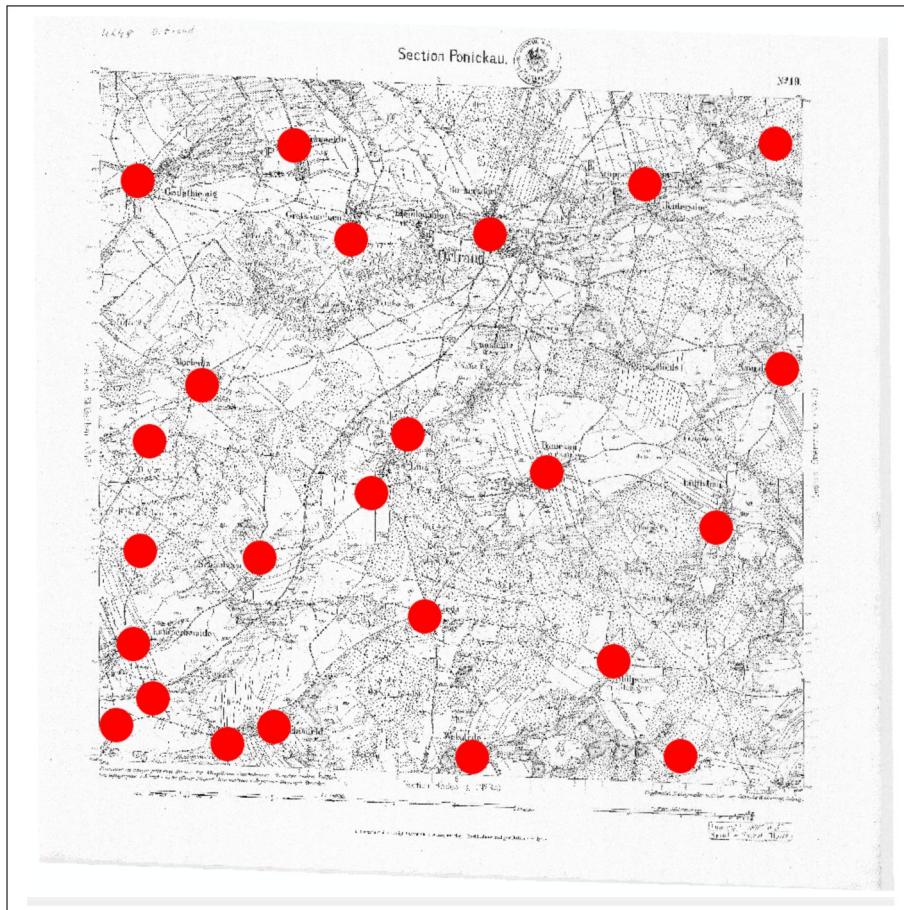


Abbildung 2: Section Ponickau (Blatt 4648_Ortrand)

Wie auch schon bei der Preußischen Landesaufnahme wurden die Bilddaten einmal als georeferenziertes, entzerrtes Original und einmal auf die Kartenränder beschnitten gespeichert. Für die Benennung der Kartenblätter wurde auf die Nomenklatur der Preußischen Landesaufnahme zurückgegriffen.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes liegen in folgenden Verzeichnissen vor:

12_SächsischeLA_Entzerrt:

7 Kartenblätter mit Kartenrahmen, georeferenziert und entzerrt

15_SächsischeLA_Gitter:

7 Kartenblätter ohne Kartenrahmen, georeferenziert und entzerrt

3.3 Digitalisierung der Preußischen/Sächsischen Landesaufnahme

Das klare Kartenbild der preußischen Landesaufnahme und die durchweg konstante Einhaltung der Kartenlegende ermöglichten ein schnelles und sicheres digitalisieren der Waldflächen. Lediglich die bei einigen Kartenblättern vorhandene schlechte Scanqualität erschwerte die Arbeiten.

Die Forstgrenzen wurden ohne Generalisierung erfasst, weder bei Kleinstflächen, noch in der Linienführung. Auch wurden Flächen erfasst, die eine waldähnliche Ausprägung aufwiesen. Dies betrifft im Wesentlichen das Buschwerk in Talauen, soweit dieses flächenhaft ausgeprägt war. Ebenso erfasst wurden Heideflächen, größere Parkanlagen und Baumschulen. Nicht erfasst wurden Baumreihen oder linienhaft ausgeprägter Bewuchs entlang von Gewässern oder Trassen.

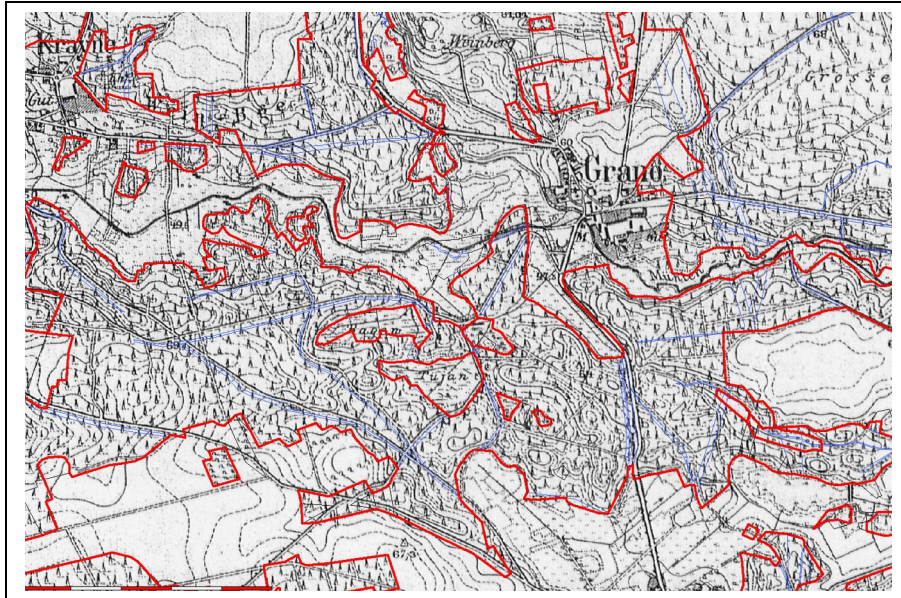


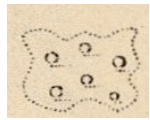
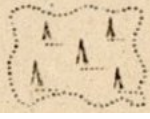
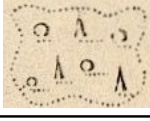



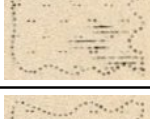

Abbildung 3: erfasste Forstgrenzen (rot) und aktuelle Forststrukturen (blau)









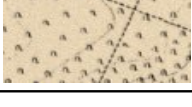
Die Forstflächen wurden über Verkehrsstrassen oder linienhafte Gewässer hinweg digitalisiert, soweit sie nicht gleichzeitig eine Trennung von unterschiedlichen Waldarten anzeigten. Größere Fließgewässer, die sich auf eine Flächenbilanz auswirken würden, wurden beidseitig erfasst. Auf den Kartenblättern am Berliner Stadtrand war die beginnende Zersiedlung auch in den Forsten zu bemerken. Für diese Flächen wurde die Vereinbarung mit dem Auftraggeber getroffen, dass die bestockten Flächen nicht zu erfassen sind, die bereits deutliche Siedlungsstrukturen aufweisen.

Wie in der Aufgabenstellung gefordert, wurden die historischen Waldkanten auf den Forstgrenzen der aktuellen Forstgrundkarte erfasst, soweit eine Identität augenscheinlich war. Allerdings wurde der Rahmen der Geometrieanpassung nicht allzu weit gelegt, da die Lagegenauigkeit der Preußischen Landesaufnahme nicht wesentlich schlechter sein dürfte, als die aktuelle Forstgrundkarte. Die Anpassung an die aktuelle Geometrie wurde bis ca. 50m vorgenommen, dieser relativ große Rahmen allerdings nur bei eindeutigen Waldkanten. Der Rahmen wurde in naturnahen Räumen enger gezogen, da hier die natürliche Veränderung der Forstgrenzen wahrscheinlicher ist.

Ebenso gestaltete sich durch die hohe Qualität des Kartenwerkes auch die Klassifizierung der Walddaten als einfach, obwohl der Umfang der dafür notwendigen Arbeiten anfangs unterschätzt wurde. Die Preußische Landesaufnahme zeichnet wesentlich differenzierter die Waldarten aus als die aktuelle topografische Karte. Dies mag einerseits daran liegen, dass das historische Kartenwerk wohl wesentlich detaillierter aufgenommen wurde, schließlich wurden die Arbeiten vor Ort im Angesicht der topografischen Gegebenheiten durchgeführt. Bei dem modernen topografischen Kartenwerk steht die Aktualität im Vordergrund, der jeweilige Bearbeiter mag hier eher dazu geneigt sein, Details in den Forsten zu generalisieren. Andererseits ist dies sicher auch ein Resultat der auf Effizienz ausgerichteten Waldbewirtschaftung des letzten Jahrhunderts, die Monokulturen förderte.

Die Waldarten wurden soweit wie erkennbar unterteilt. Lediglich Einzelsignaturen wurden nicht als Fläche ausgebildet. Die wenigen Kartenblätter der Sächsischen Landesaufnahme wiesen keine Unterscheidung im Waldbewuchs auf, hier wurde der Wald ohne Klassifizierung erfasst. Die Waldart wurde im Attribut OART als Schlüsselnummer gemäß der folgenden Tabelle gespeichert:

Bezeichnung	OART	
Laubwald	1	
Nadelwald	2	
Mischwald	3	
Buschwerk Laubwald	11	
Buschwerk Nadelwald	12	
Buschwerk Mischwald	13	
Bruch Laubwald	21	
Bruch Nadelwald	22	

Bezeichnung	OART	
Bruch Mischwald	23	
Heide Laubwald	31	
Heide Nadelwald	32	
Heide Mischwald	33	
Baumschule Laubwald	41	
Baumschule Nadelwald	42	
Baumschule Mischwald	43	
Park	51	
unklassifiziert (Sächsische Landesaufnahme)	0	

Während der Projektarbeit und zum Abschluss wurde die Topologie der erfassten Walddaten geprüft. Hierzu kam die FME zum Einsatz. Folgende Kriterien wurden geprüft:

- Überlappungsfreiheit von Forstflächen,
- ungleicher Attributinhalt OART benachbarter Flächen.

Insgesamt wurden 29.339 Flächen bestehend aus 34.883 Umringspolylinien erfasst und im Shape-Format übergeben.

Die Ergebnisse der Digitalisierung der Preußischen Landesaufnahme liegen im Verzeichnis

21_PreußischeLA_Forstdaten

vor.

4 Schmettau'sches Kartenwerk

4.1 Vorbereitung der Kartenblätter

Ein Großteil der Kartenblätter des Schmettauschen Kartenwerkes liegen im Original aufgezogen auf Leinwand vor. Die Kartenblätter wurden dazu in Kacheln zerlegt, um eine Faltung der Kartenblätter zu ermöglichen. Auch waren einige Kartenblätter in zwei Teilen gescannt worden. In einem ersten Arbeitsschritt sollten die Kacheln aus dem Scan ausgeschnitten und bestpassend wieder zu einem Bild zusammengefügt werden. Erste Test, diese Arbeiten mit einem Standard-Bildbearbeitungsprogramm auszuführen, zeigten, dass diese manuelle Arbeit nur mit großem Zeitaufwand zum gewünschten Erfolg führt. Insbesondere dadurch, dass durch Abnutzungserscheinungen die Ränder nicht geradlinig, besonders die Kachelecken Fehlstellen aufweisen, ist eine manuelle Bearbeitung kaum zielführend. Daher wurde auf die Methode "verkettete Transformation", geübte Praxis bei der ALK-Ersterfassung, zurückgegriffen und für diesen Anwendungsfall modifiziert.

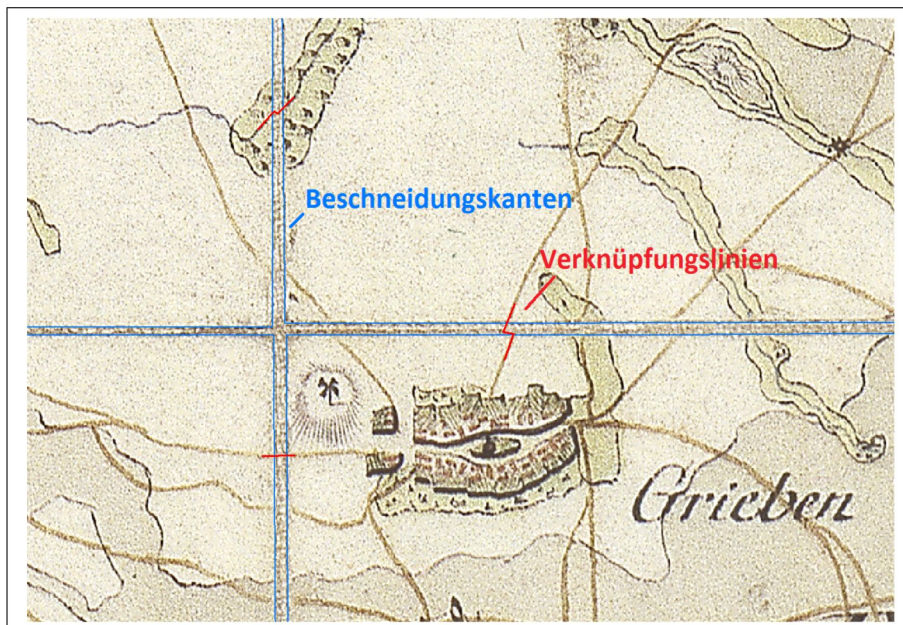


Abbildung 4: Beschneidungskanten und Verknüpfungslinien

Zuforderst wurden im Bildkoordinatensystem entlang der Kachelkanten je ein Polygon digitalisiert, so dass jede Kachel durch einen Umring repräsentiert wurde. Zusätzlich wurden an einer Auswahl von deutlichen, die Kachelkanten möglichst rechtwinklig schneidenden Kartenelementen Verknüpfungslinien gezogen. Die Verknüpfungslinien wurden wiederum mit den Umringspolygonen verschnitten, so dass beidseitig der Falzkante Verknüpfungspunkte erzeugt wurden.

Die Umringspolygone einschließlich der Verknüpfungsinformationen wurden als lokale 3-Parameter-Transformationssysteme (Maßstab = 1,0) in eine Ausgleichung einge-

führt. Die Ausglei chung verschob die Transformationsblöcke so, dass sie bestpassen aneinander zum Liegen kommen.

Die in der Ausglei chung gewonnenen Transformationsparameter wurden auf die anhand der Polygone ausgeschnittenen Bildkacheln angewendet und durch Überlagerung zu einem Bild zusammengefügt.

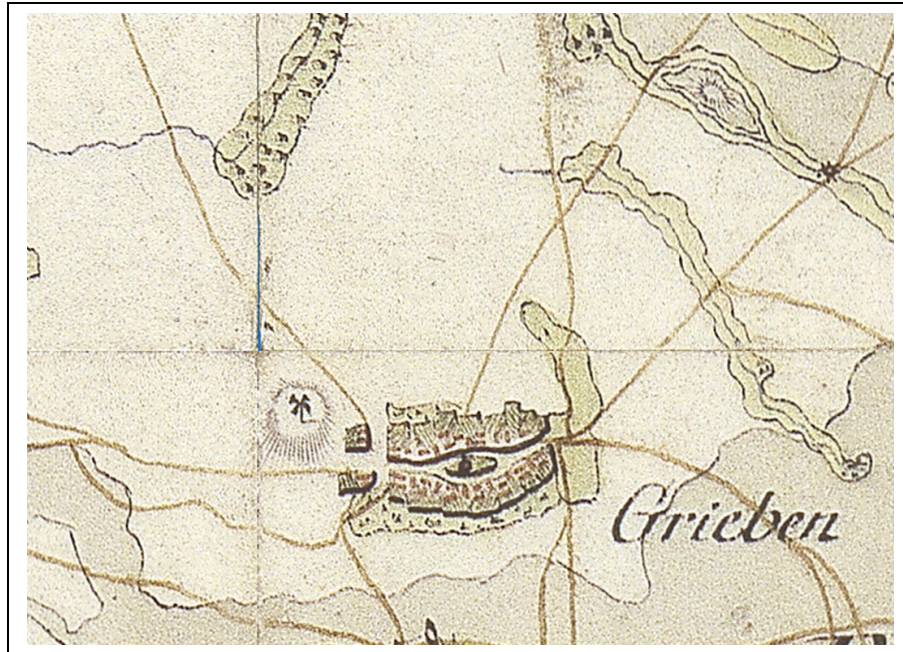


Abbildung 5: Ergebnis der Kachelanpassung

Als Ergebnis lag dann je Kartenblatt ein zusammengefügt er Bilddatensatz vor, der allerdings noch an den Kachelrändern vereinzelt Lücken aufweist. Diese insbesondere an den Kachelecken auftretenden Fehlstellen sind auf Abnutzungserscheinungen an den Originalen zurückzuführen.

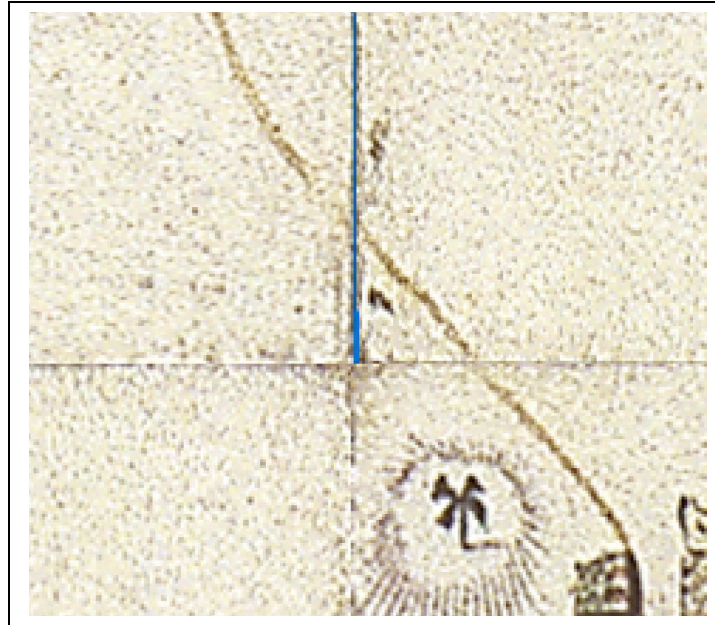


Abbildung 6: Kachelränder mit Fehlstelle (blau)

Da die Ergebnisse der Arbeiten auch einen breiteren Nutzerkreis zur Verfügung gestellt werden sollen, wurde entschieden, diese optisch störenden Fehlstellen mittels automatischer Retusche zu korrigieren.

Da Standardbildbearbeitungssoftware auch hierfür kaum Routinen zur Verfügung stellt, wurde innerhalb einer eigenentwickelten skriptgesteuerten Software eine Methode entwickelt, die fehlende Bildinformationen aus den Farbwerten der benachbarten Pixel ableitet.

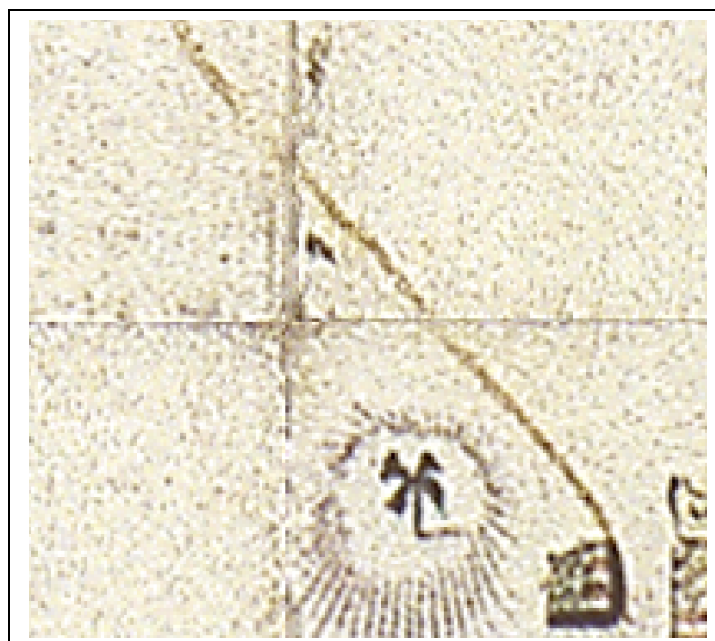


Abbildung 7: Kachelränder mit aufgefüllten Lücken

Im Ergebnis lagen die retuschierten Bilddaten vor, die dann Grundlage für die Georeferenzierung waren.

Die Bilddaten der Montage sind abgelegt unter

31_Schmettau_Montage

39 Kartenblätter, montiert

Um zukünftig dem Nutzer auch einen Blick auf die unentzerrten Originale zu gewähren, wurde eine Georeferenzierung auf ein stark vereinfachtes Kartengitter durchgeführt. Die Georeferenzierungsdateien wurden diesem Verzeichnis beigefügt.

4.2 Georeferenzierung des Schmettau'schen Kartenwerkes

Die Georeferenzierung der nach der Vorbereitung vorliegenden 39 Kartenblätter ist lediglich ein Zwischenschritt auf dem langen Weg zu den Vektordaten, sie legt aber eine wichtige Grundlage für die Digitalisierung und für die spätere Interpretierbarkeit der Daten. Daher wurde in diesen Arbeitsschritt hoher technischer und personeller Aufwand gelegt.

Der erste optische Eindruck, den das Kartenwerk erweckt, lässt den Schluss zu, dass der örtlichen Geländeaufnahme einer ordentlichen geodätischen Grundlage unterliegt. Die den Ausschreibungsunterlagen beigelegte Anlage zur Legende zitiert:

„... Der Arbeitsgang einer Feldaufnahme bestand in der Folge von Strecken- und Winkelmessungen zwischen markanten Punkten im Gelände, zum Teil Grenzhügeln, wobei als Ergebnis ein in Dreiecke und Polygone gegliedertes Grundrissbild entstand. Innerhalb der Messfiguren erfolgte die Füllung mit topographischem Detail dann nach Augenmaß oder durch Abschreiten der noch zu ermittelnden Entfernungen. ... Die einzige Kontrolle ... bestand darin, zu überprüfen, ob ein Dreiecks- oder Polygonzug geschlossen war oder nicht. ...“.

Sich auf diese Grundlagen beziehend wurde in der Leistungsbeschreibung zum Projekt von einer notwendigen Anzahl von ca. 30 Passpunkten und von einer zu erreichenden maximalen Standardabweichung von 40m ausgegangen. Schon in der Probearbeit zur Ausschreibung zeigte sich, dass die anvisierte Passpunktanzahl nicht annähernd reichen würde, um die Karte zur Deckung zu bringen.

Letztendlich wurden im Mittel 350 Passpunkte, zusätzlich 60 Randverknüpfungspunkte je Kartenblatt erzeugt, wobei für Kartenflächen ohne Darstellung oder außerhalb des Landes Brandenburg liegende Flächen nur wenige Passpunkte erzeugt wurden. Das Kartenblatt 078_Berlin weist 875 Pass- und Verknüpfungspunkte aus.

4.2.1 Erfassung der Passpunkte

Die Georeferenzierung wurde mit ArcMap 3.1 durchgeführt. Als Grundlage wurde im Wesentlichen das bereits georeferenzierte Kartenwerk der Preußischen Landesaufnah-

me benutzt. Der Nachteil der gegenüber aktuellen Kartenwerken etwas geringeren Lagegenauigkeit konnte dabei vernachlässigt werden, da die Lagequalität des Schmettau'schen Kartenwerkes um Größenordnungen geringer ist. Vielmehr entscheidend für die Wahl der Preußischen Landesaufnahme als Grundlage war, dass hier die künstlichen Veränderungen an den topografischen Gegebenheiten am geringsten ausfielen. Tatsächlich trat die Frage nach der Genauigkeit bei der Arbeit weit in den Hintergrund, vielmehr bestand die Problemstellung in der Findung von möglichst sicheren identischen Punkten.

Es wurde versucht, die Passpunkte möglichst gleichverteilt über das Blatt und in einem angemessenen Abstand zueinander auszuwählen. In vielen Fällen gab es aber starke lokale Verzerrungen und Verdrehungen, letztendlich nur nachweisbar an eindeutigen Objekten wie Ortslagen und Seen, so dass auch nah beieinander liegende Punkte ausgewählt werden mussten. Dies führt nach der Bildkorrektur zu unschönen Verschmierungen in den Bilddaten, besonders deutlich wird dies an Schriftzügen. Es wurde aber einer möglichst korrekten Lage der Vorzug vor einer harmonischen bildlichen Darstellung gegeben.

Folgende Vorgehensweise hat sich als produktiver Weg erwiesen:

1. Erfassung von wenigen eindeutigen Passpunkten zur groben Georeferenzierung mit dem Transformationsansatz „1st Order Polynomial“
2. Umstellung auf den Ansatz „Adjust“ (Bildausgleichung mit Hilfe einer Dreiecksvermaschung)
3. Erfassung von eindeutigen Passpunkten wie Ortslagen, Mühlen, Vorwerke, Einzelhöfe
4. Erfassung von Wegekrenzungen mit Gewässern
5. Schrittweise Verfeinerung der Passpunktauswahl bis hin zu nicht eindeutigen Passpunkten, um z.B. Gewässerkanten in die richtige Lage zu bringen.

In der letzten Erfassungsstufe wurde dann oft in den rechenintensivsten Modus „Spline“ geschaltet. Dieser Modus führt eine sehr harmonische Bildkorrektur anhand von durch die Passpunkte gelegten Splines durch.

Im Folgenden soll die Auswahl der Passpunkte anhand von Beispielen, absteigend nach ihrer Identifizierbarkeit sortiert, illustriert werden:

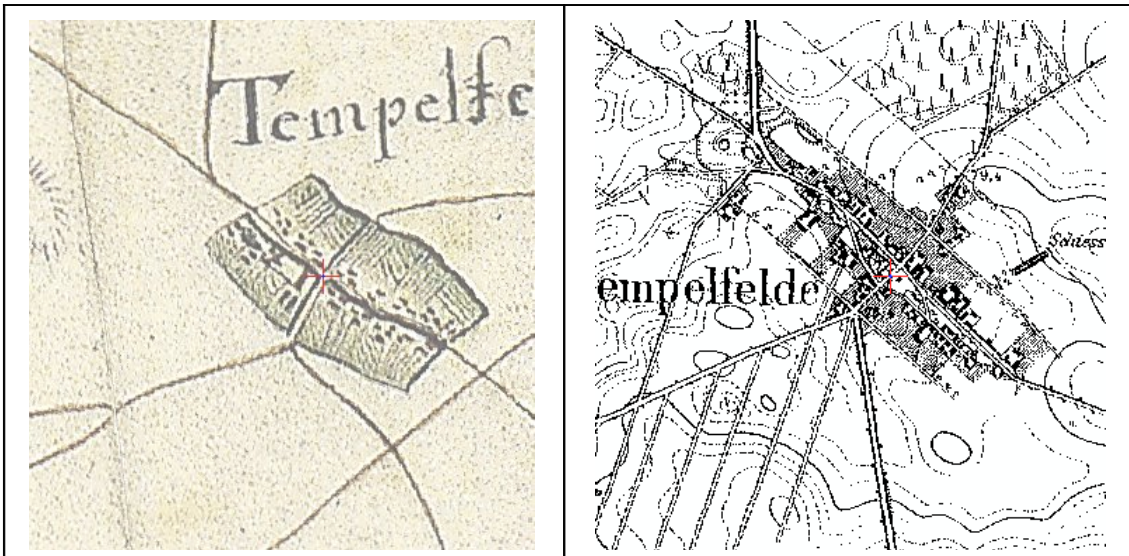


Abbildung 8

In der Regel wurde ein Passpunkt je ländlicher Ortslage ausgewählt. Die Detailliertheit der Darstellung der Ortslagen, schließlich sind oft Einzelhäuser dargestellt, suggeriert eine hohe Lagegenauigkeit. Tatsächlich erwies es sich, dass lediglich die Form der Ortslagen skizziert wurde. Auf einigen Kartenblättern wurde selbst die Form stark verzerrt. Die Passpunkte wurden also in der Größenordnung „Ortsmitte zu Ortsmitte“ ausgewählt, Straßenkreuzungen erwiesen sich hier am günstigsten, da sich damit gleichzeitig das Wegenetz übereinander schiebt. Die Kirchen, eigentlich die sichersten Identitäten, erwiesen sich daher als eher ungünstig und wurden nur als Passpunkt gewählt, wenn sie die Ortsmitten markierten. Auch die Auswahl von ortsnahen eindeutigen Objekten wie Mühlen führte zu starken Verzerrungen, so dass auf deren Erfassung in diesem Fall verzichtet wurde.

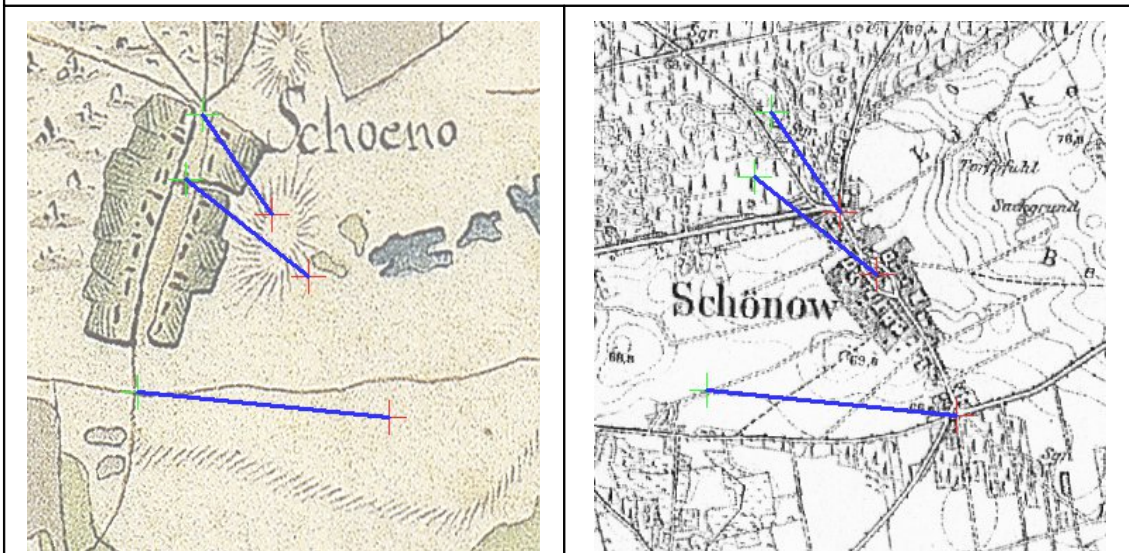


Abbildung 9

Relativ häufig waren Ortslagen verzerrt oder verdreht gegenüber der Nordrichtung dargestellt, so dass mehrere Passpunkte gewählt werden mussten, um eine annähernde Lagegleichheit herstellen zu können. An diesen Fehldarstellungen kann sehr gut die Lagequalität des gesamten Kartenwerkes identifiziert werden.

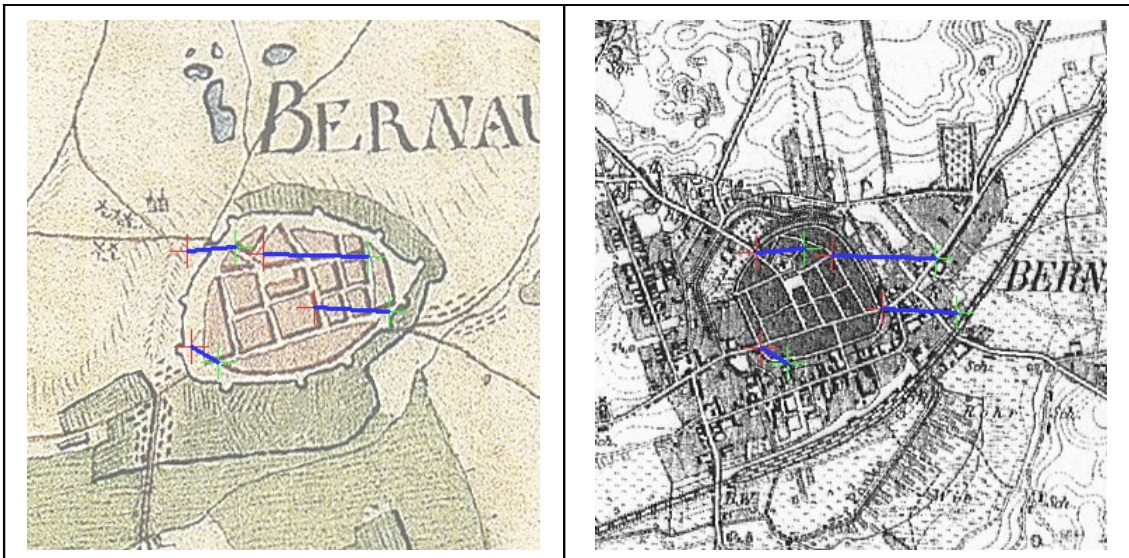


Abbildung 10

Bei Stadtlagen wurden mehrere Passpunkte gewählt, in der Regel erwiesen sich die Kreuzungspunkte der Wege mit den Stadtmauern als günstig um ohne größere Verzerrungen die Stadtbilder zu überlagern.



Abbildung 11

Ebenso eindeutige Passpunkte waren die Wasser- und Windmühlen, gerade weil sie an der Namensgleichheit sicher zu identifizieren sind. Bei großem Abstand zu Ortslagen brachten diese Objekte noch einmal Genauigkeit in die Fläche.

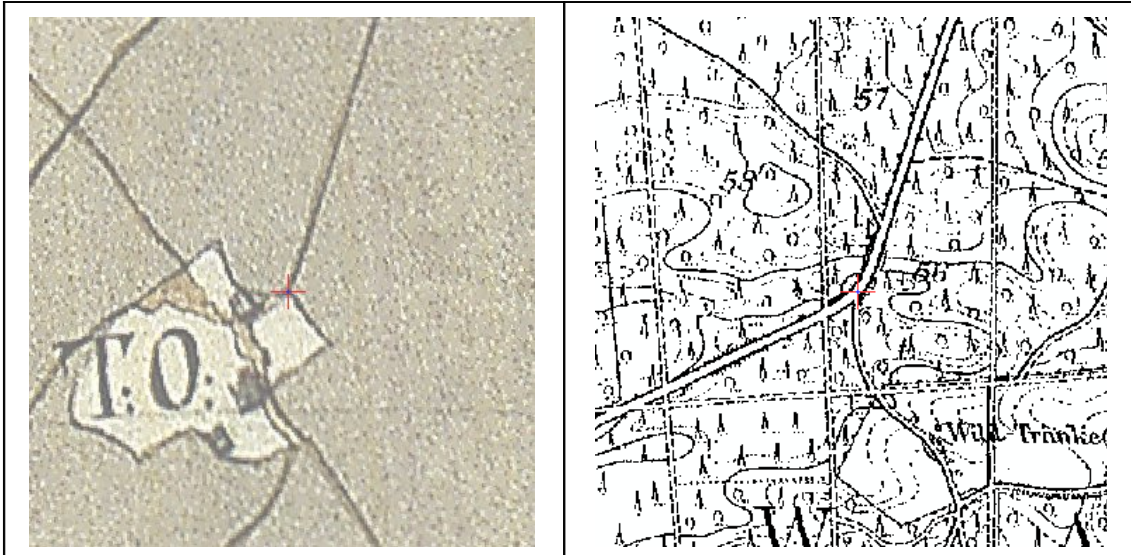


Abbildung 12

Seltener waren Teeröfen oder Ziegeleien zu identifizieren. Oftmals wiesen nur noch Flurbezeichnungen oder das Wegenetz auf die ursprüngliche Bedeutung der Lage hin.

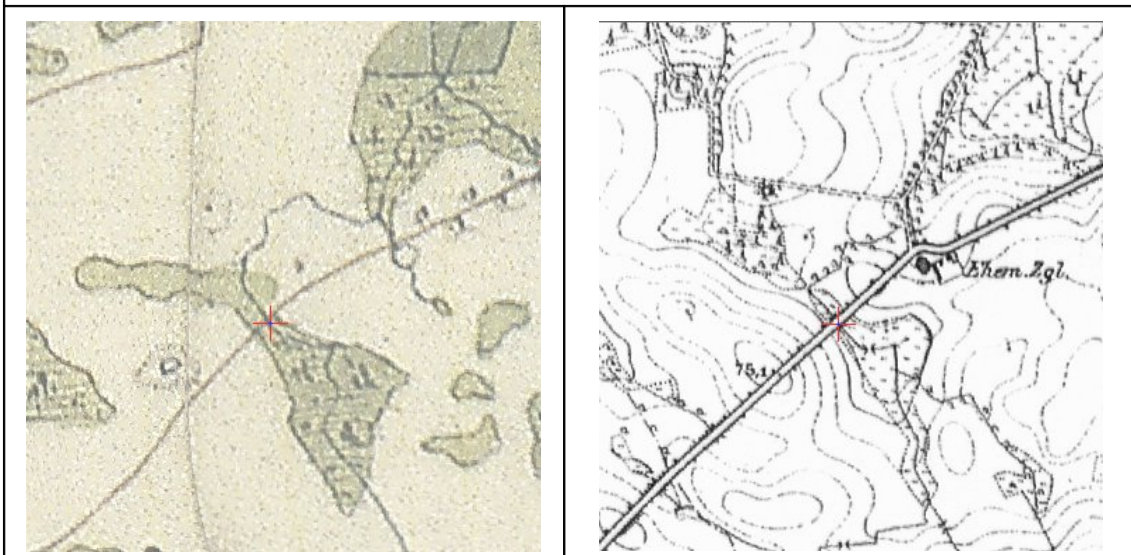


Abbildung 13

Gut zu identifizieren waren dagegen die Kreuzungspunkte von Hauptwegen mit Gewässern, insbesondere dann, wenn bewegtes Gelände eine künstliche Veränderung des Gewässerverlaufes unmöglich erscheinen lässt.



Abbildung 14

Ebenso gut ließen sich kleinere stehende Gewässer, markante Flussbiegungen und Verzweigungen im Gewässernetz identifizieren, wenn die vorliegende Geländeform nicht auch Veränderungen zulässt.

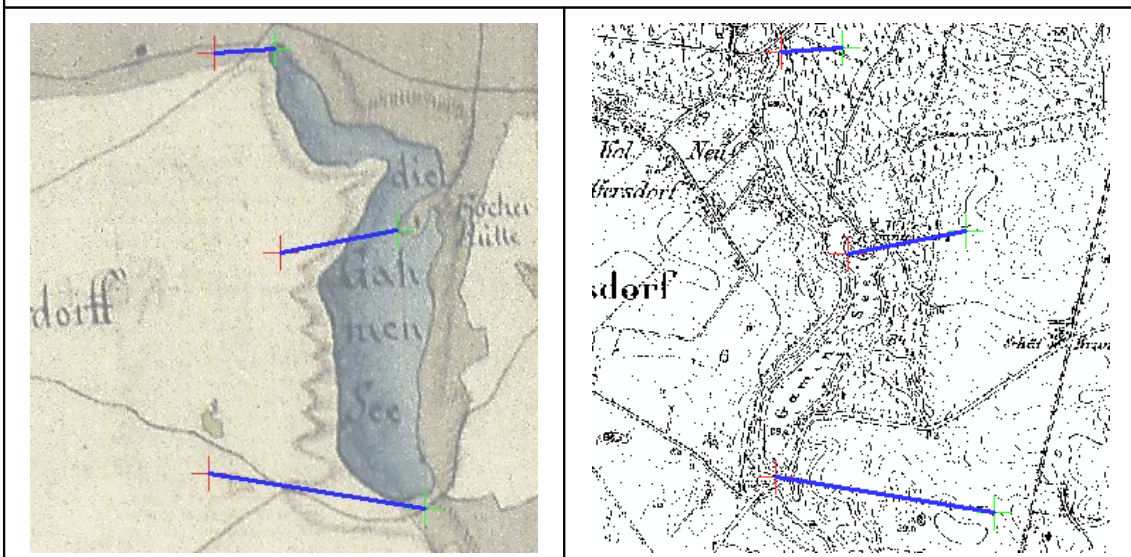


Abbildung 15

Schließlich dienten auch größere Gewässer zur Lageanpassung, auch wenn die Lage des Passpunktes nicht eindeutig zu identifizieren war. Der Gewinn an Lagequalität war allemal größer, als die Auswahlgenauigkeit des Passpunktes.

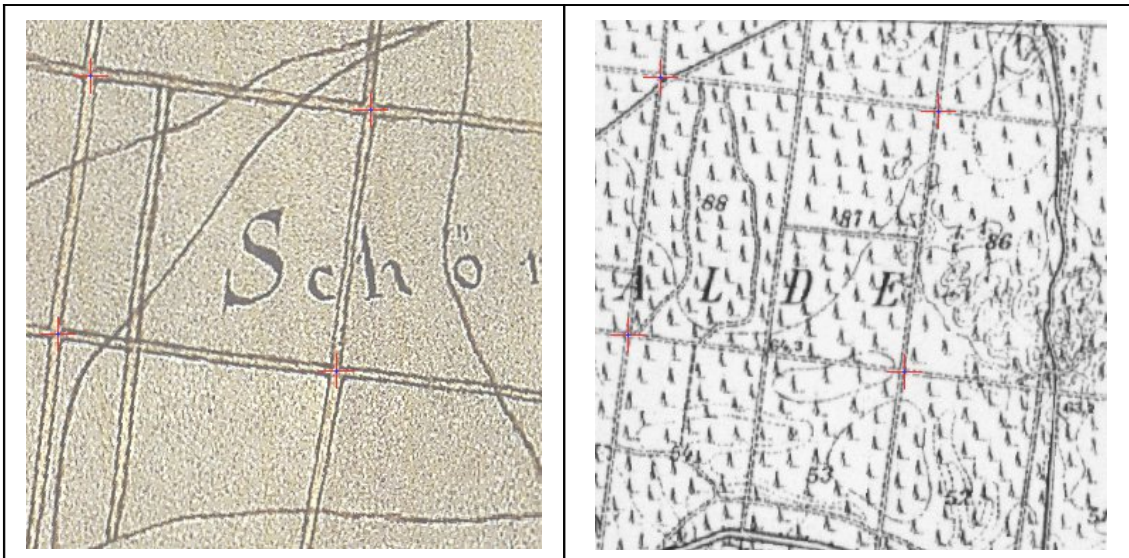


Abbildung 16

Gut eignen sich auch zur Einpassung die Kreuzungspunkte der Gestellwege, wobei hier das Problem bestand, den richtigen Kreuzungspunkt zuzuordnen. Daher wurde sich bei großen Forstflächen schrittweise vom Rand in die Mitte vorgearbeitet. Anhand der Kreuzungspunkte der Gestelle mit alten, in den Forsten sicherlich unveränderten Ortsverbindungswegen, kann auch hier die eigentliche Lagequalität des Kartenwerkes abgeschätzt werden. Oftmals ergeben sich hier erhebliche Differenzen.

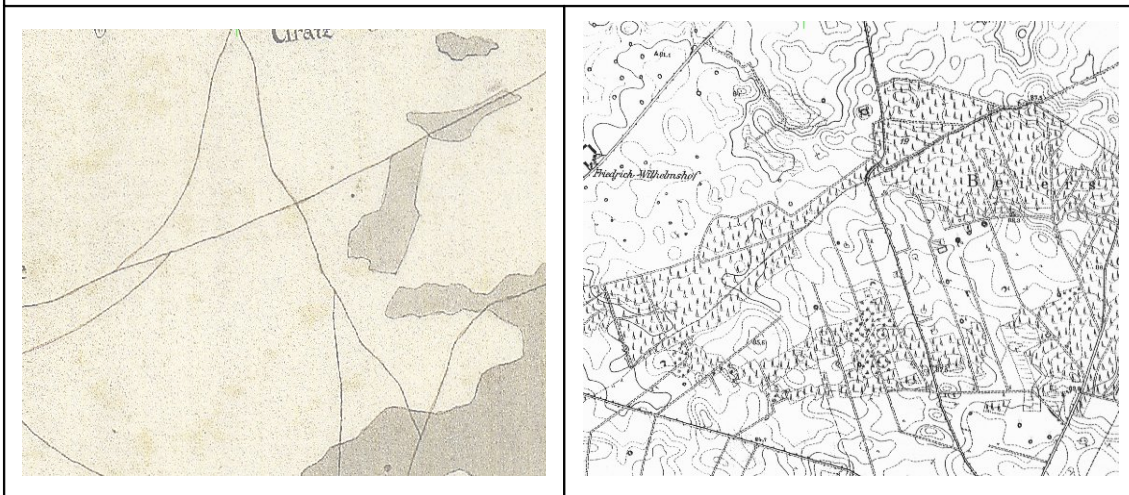


Abbildung 17

Als problematische wies sich die Verwendung des Wegenetzes zur Passpunktauswahl aus. Mit den Anfang des 19. Jahrhunderts in Preußen durchgeführten Separationsverfahren wurde auch umfänglich das Wege- und in Niederungen auch das Gewässernetz verändert. Wegekrenzungen wurden nur als Passpunkte verwendet, wenn sie offensichtlich unverändert waren. Dies ist dann der Fall, wenn aufgrund der Geländeform keine Veränderung wahrscheinlich ist oder wenn Wege mit Gemarkungsgrenzen zusammenfallen.

Nach Abschluss der Passpunkterfassung wurden die erzeugten Bild- und Sollkoordinaten in Textdateien gespeichert, um Sie später einer Gesamtausgleichung zuzuführen. Eine Bildausgleichung erfolgte zu diesem Zeitpunkt noch nicht.

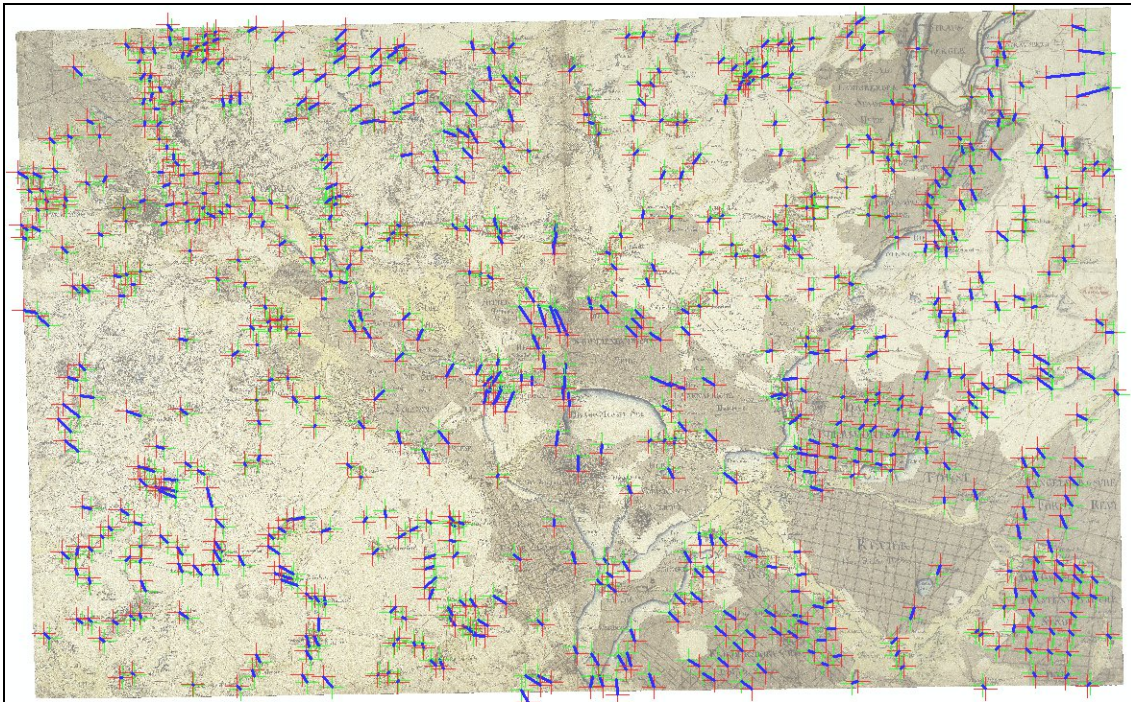


Abbildung 18: Passpunkte des Kartenblattes 078_Berlin

Für die Kartenflächen, die außerhalb des heutigen Landes Brandenburg liegen, wurden nur ausgewählte Passpunkte ermittelt, um das gesamte Kartenblatt stabil zu lagern. Da für diese Gebiete auch die Messtischblätter als Grundlage fehlten, wurde auf andere Quellen zurückgegriffen. Es wurde für die Gebiete Sachsens und Sachsen-Anhalts auf verfügbare WMS-Dienste zurückgegriffen. Für die Gebiete der heutigen Volksrepublik Polen wurden historische Karten verwendet, in der Regel Einheitsblätter im Maßstab 1:100.000. Da auch diese vorher georeferenziert werden mussten, ist die Genauigkeit für die ermittelten Passpunkte geringer, für diesen Zweck aber als ausreichend abzuschätzen.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes liegen in folgenden Verzeichnissen vor:

41_Schmettau_Passpunkte:

39 Textdateien mit den Bild- und Sollkoordinaten der Passpunkte,
<nr>_<name>.txt

1 Textdatei mit der Formatbeschreibung, *info.txt*

4.2.2 Erfassung der Randpunkte

Anschließend an die Erfassung der Passpunkte wurde wieder in den einfachsten Transformationsmodus geschaltet und Passpunkte auf den Kartenrändern erfasst. Da den Schnittpunkten von zB. Wegen oder Gewässern mit dem Kartenrand keine eindeutige Sollkoordinate zugeordnet werden kann, wurden zu diesen Punkten hier lediglich die Bildkoordinaten gespeichert um sie in einer späteren Gesamtausgleichung mit den

Randpunkten der Nachbarblätter zu verknüpfen. Leider bietet ArcMap keine Möglichkeit an, gleichzeitig mehrere Bitmaps zu georeferenzieren, so dass eine Zuordenbarkeit der Randpunkte zu denen der Nachbarblätter sich erst im Nachhinein ergab.



Abbildung 19: Erfassung der Randpunkte

Als Randpunkte wurden neben den vier Eckpunkten die Schnittpunkte von topografischen Linien mit dem Blattrand erfasst. Bei eng nebeneinander liegenden Schnittpunkten wurde auf eine Erfassung eines jeden Punktes verzichtet, da hier eine unnatürliche Verzerrung der Bilddaten zu befürchten war.

Nach Abschluss der Erfassung der Randpunkte wurden die erzeugten Bild- und Sollkoordinaten wiederum in Textdateien gespeichert, der späteren Gesamtausgleichung werden jedoch nur die Bildkoordinaten zugeführt.

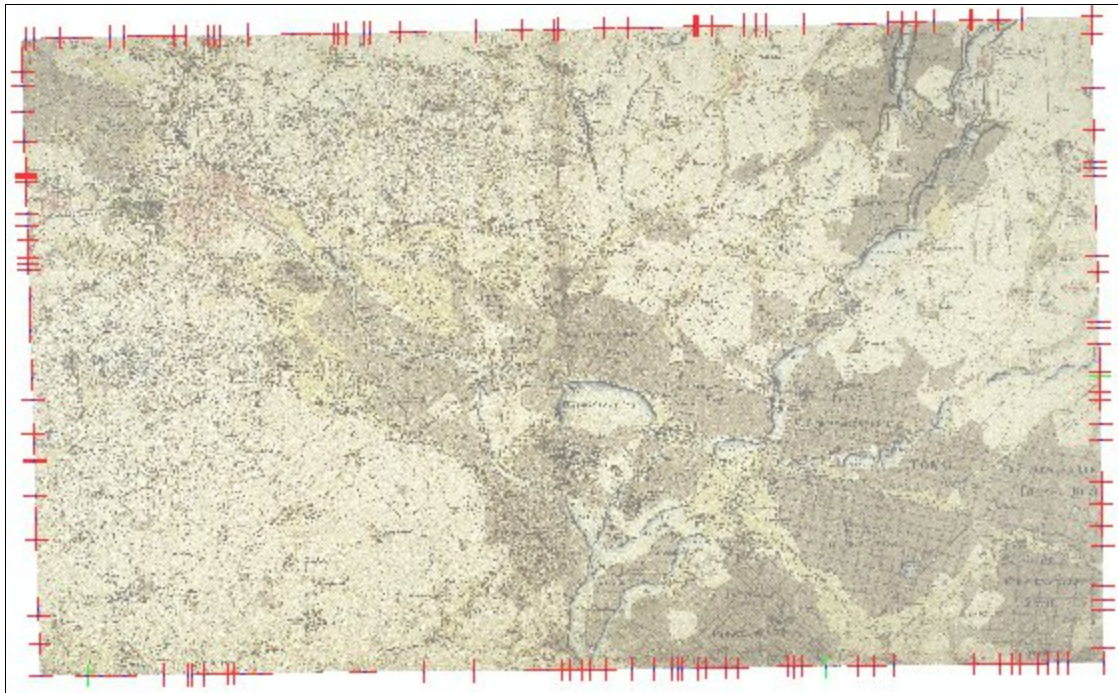


Abbildung 20: Randpunkte des Kartenblattes 078_Berlin

Die Ergebnisse der Randpunkterfassung wurden in folgendem Verzeichnis abgelegt:

42_Schmettau_Randpunkte:

39 Textdateien mit den Bild- und Sollkoordinaten der Passpunkte,
<nr>_<name>_rand.txt

1 Textdatei mit der Formatbeschreibung, *info.txt*

4.2.3 Ausgleichung der Pass- und Randpunkte

Ziel der Ausgleichung war es, für die Punkte auf den Kartenrändern abhängig von dem Abstand zu den benachbarten Passpunkten, gewichtet gemittelte Sollkoordinaten zu erzeugen. Diese Sollkoordinaten der Kartenränder sollten dann jeweils in die Bildausgleichung eingeführt werden, damit letztendlich nahtlos aneinanderfügbare Bilddaten entstehen.

Die Berechnung wurde mit der Ausgleichungssoftware KAFKA und mit der Visualisierungssoftware KafPlot ausgeführt. Als feste Anschlusspunkte wurden die ermittelten Sollpunktkoordinaten der Passpunkte eingeführt. Mit den Bildkoordinaten eines jeden Kartenblattes wurde jeweils ein Transformationssystem angelegt. Den Transformationssystemen wurden ebenso die Bildkoordinaten der zum jeweiligen Kartenblatt gehörigen Randpunkte zugefügt.

Es wurde in der Regel eine 5-Parameter-Transformation als Ansatz gewählt. Nur bei den Kartenblättern, die in einer Achsrichtung wenige Passpunkte aufwiesen, wurde auf

4 Parameter reduziert um starke Abweichungen der Maßstäbe in x- und y-Richtung zu vermeiden.

Um später Statistiken zu der Verformung der Kartengeometrien aufstellen zu können, wurden den Transformationssystemen Punkte eines Gitters im Bildkoordinatensystem beigefügt, welches einen Gitterabstand besitzt, der in der Natur ca. 1,0 km entspricht.

Eine erste Nulltransformation lagerte die Bildkoordinatensysteme über den Sollpunktkoordinaten der Passpunkte.

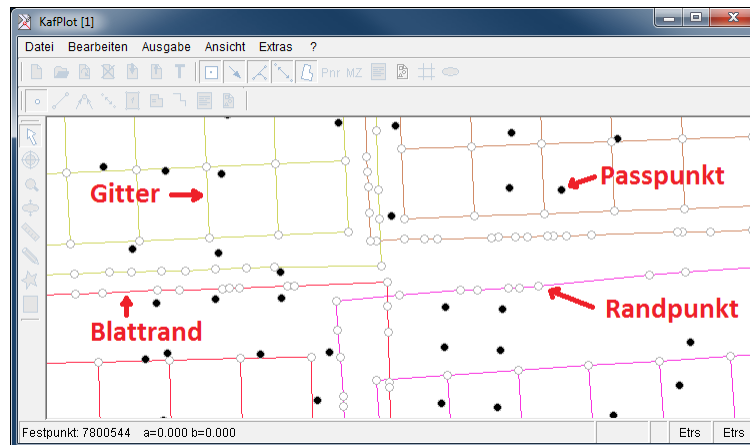


Abbildung 21: Bildkoordinaten vor der Verknüpfung

Daraufhin wurden für die korrespondierenden Randpunkte der jeweils benachbarten Kartenblätter die Punktkennzeichen identisch gesetzt. In dem darauf folgenden Ausgleichungslauf werden die Ergebniskoordinaten unter Beachtung der Nachbarschaftsbeziehungen zu den Passpunkten gemittelt. Nahe Passpunkte haben dabei einen größeren Einfluss auf die endgültige Koordinate des verknüpften Randpunktes, als weiter entfernt liegende.

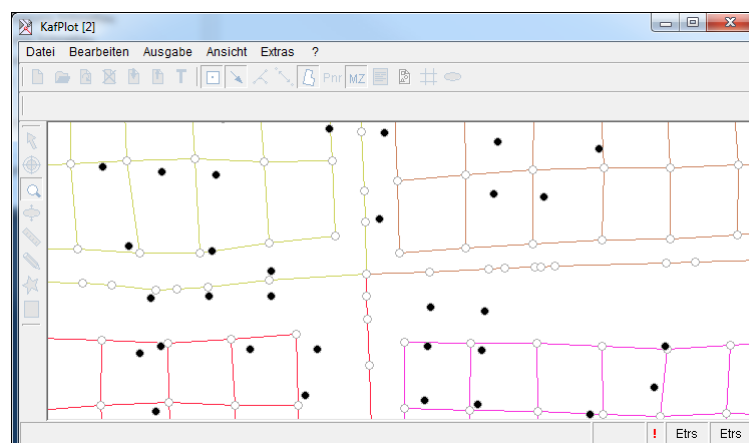


Abbildung 22: Bildkoordinaten nach der Verknüpfung

Mit der Ausgleichung wurden auch zugleich neue Koordinaten für die Gitterpunkte berechnet. Auch für diese erfolgt eine multiquadratische Restklaffenverteilung, so dass sie den in den Passpunkten bestehenden Restklaffen folgen.

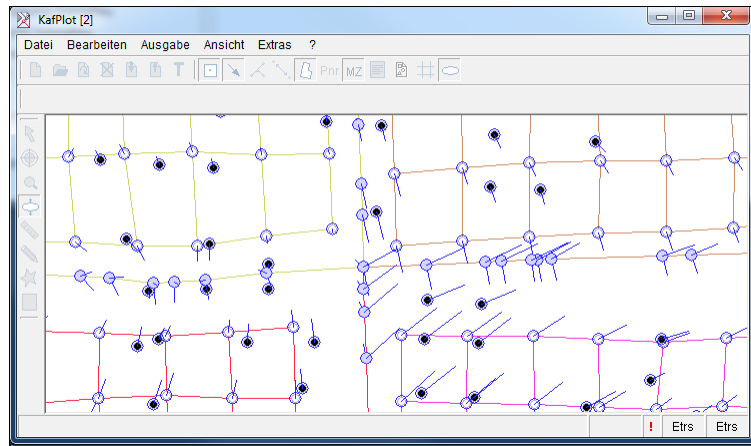


Abbildung 23: Bildkoordinaten mit Restklaffen

Die Verzerrung der ehemals quadratischen Gitter vermittelt ein gutes Bild über die Dynamik der Bilddaten.

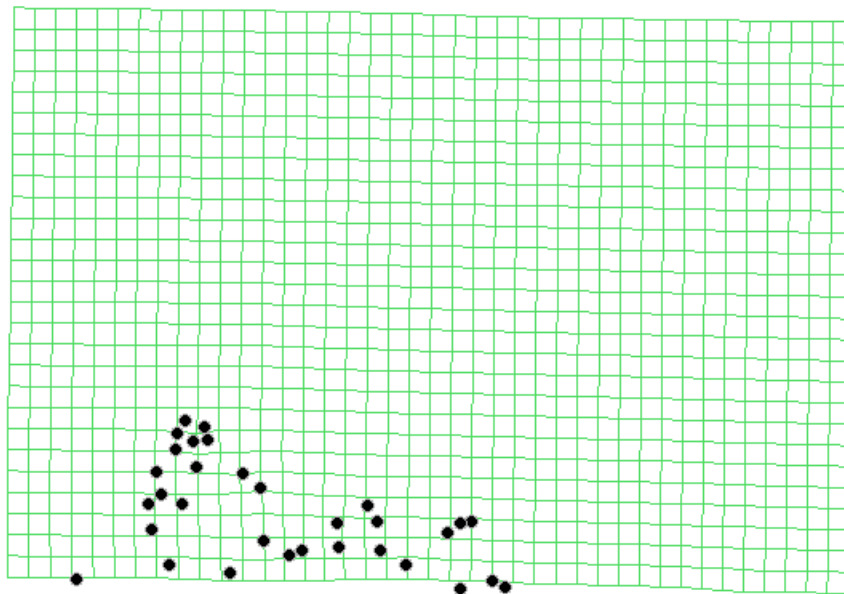
Auf den folgenden Seiten sollen der Transformationsansatz und die erzielten Genauigkeiten für jedes Kartenblatt dokumentiert werden. Die Darstellung des Gitternetzes soll einen bildlichen Eindruck über Verteilung der Passpunkte und über die auftretenden Verschiebungen vermitteln.

026_Redlin



Systemnummer: 1

4-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

32
30

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

271,6 m
136,6 m

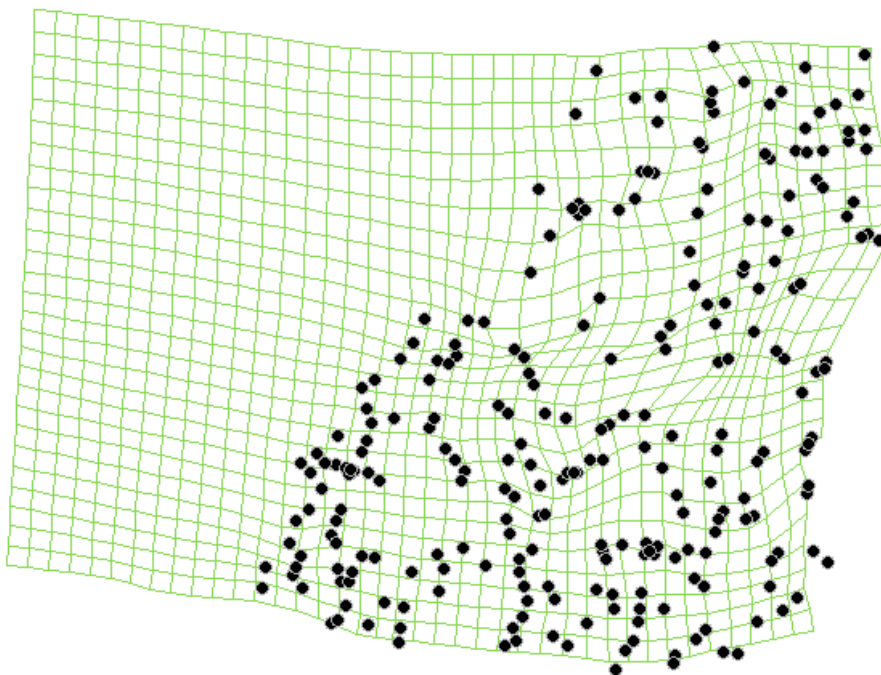
Das Kartenblatt ist nur zum geringen Anteil mit Inhalten belegt, daraus resultiert die geringe Anzahl von Passpunkten. Es enthält eine mittlere Darstellungsdichte. Aus den kleinen Restklassen ergibt sich eine geringe Verzerrung in der Kartendarstellung. **Abb. 24, 25**

027_Strasburg



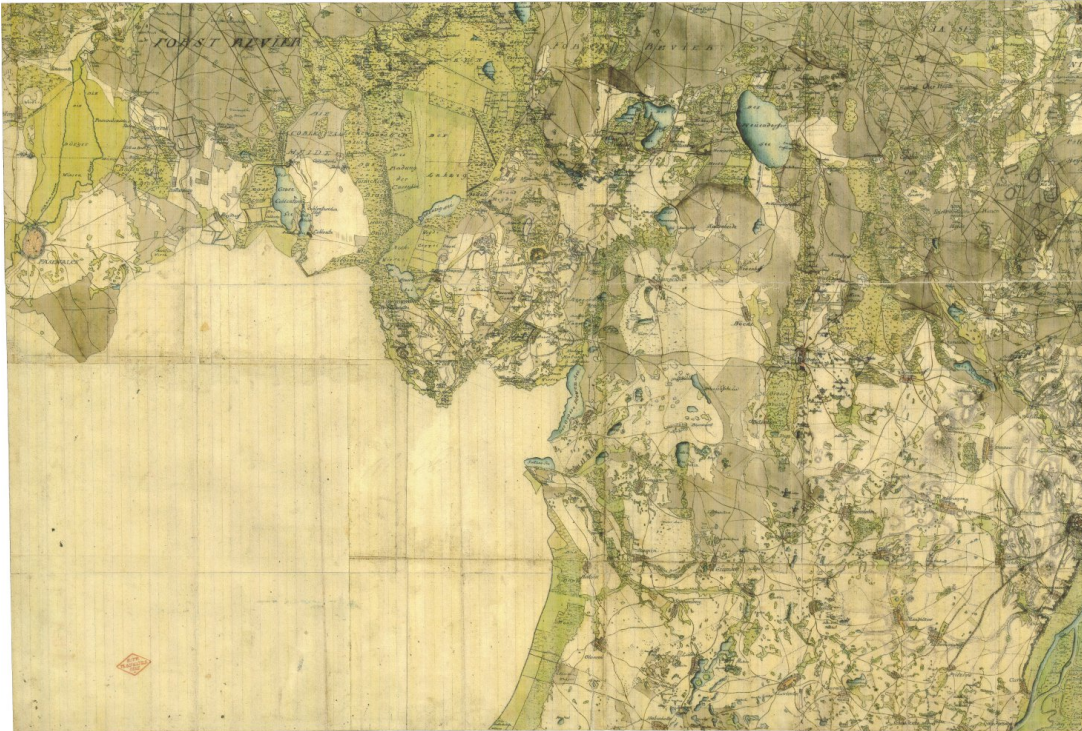
Systemnummer: 2

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:250
64Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:2940,8 m
1071,6 m

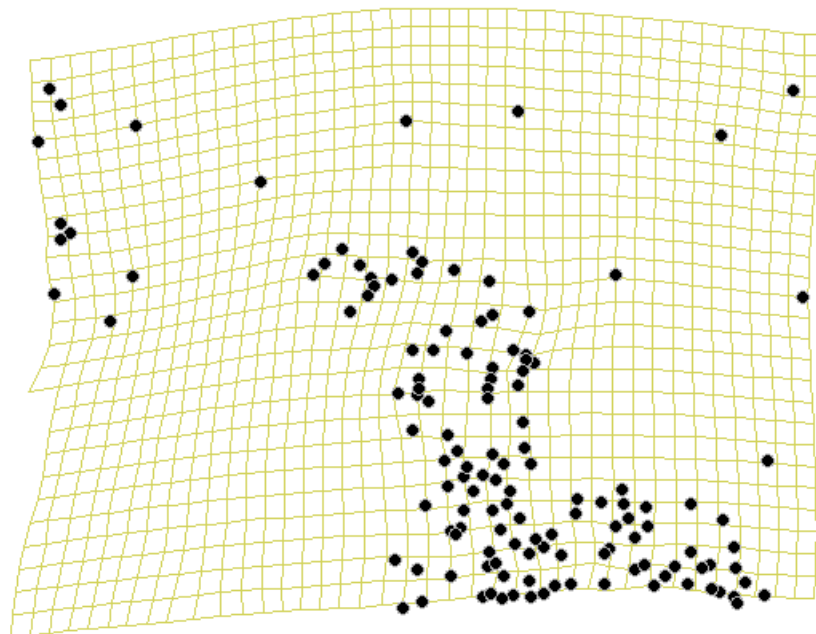
Das Kartenblatt ist nur zu ca. 50% mit Inhalten belegt. Der südliche und mittlere Bereich enthält eine sehr differenzierte Darstellung. Trotzdem konnten dort nur relativ wenige Passpunkte identifiziert werden, da in dem dünn besiedelten Gebiet wenige sichere Passpunkte zur Verfügung standen. Auch sicher ausgemachte Passpunkte führten zu großen Restklaffen, insbesondere im mittleren Bereich der Kartendarstellung, welche sich in stark verformten Bilddaten niederschlagen. **Abb. 26, 27**

028_Stettin



Systemnummer: 3

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:135
40Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:1925,9 m
655,7 m

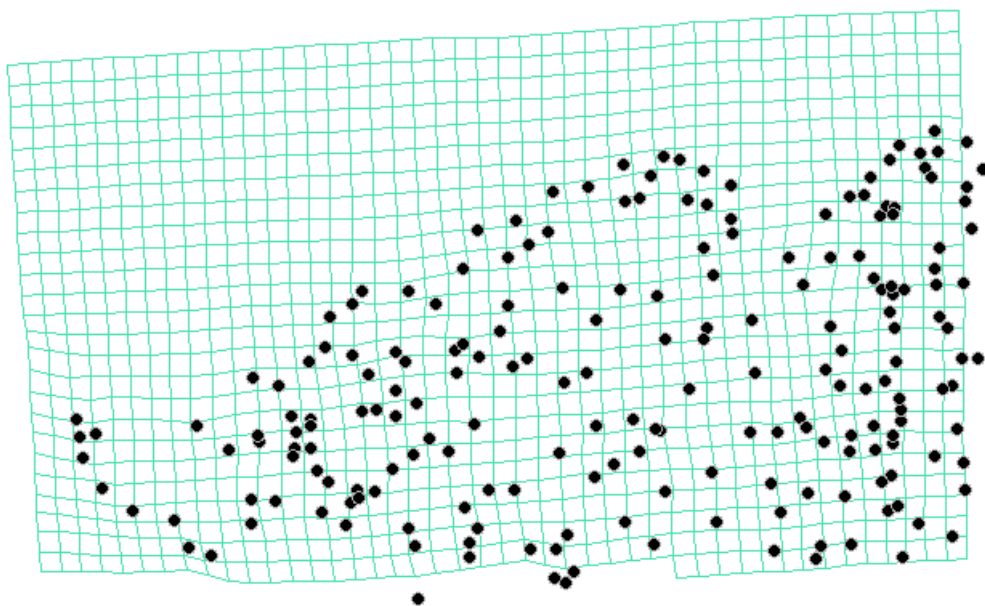
Dem Kartenblatt fehlt im südwestlichen Bereich die Kartendarstellung, obwohl dort die benachbarten Kartenblätter mit Inhalten belegt sind. Generell enthält das Kartenblatt eine sehr differenzierte Darstellung. Nur für den südöstlichen, das Land Brandenburg betreffenden Kartenteil lagen die Kartenblätter der PLA vor, so dass nur hier die gewünschte Passpunktdichte erreicht wurde. Die auftretenden Restklaffen hielten sich im Rahmen. Für den nördlichen Kartenblattteil wurden nur einige wenige Passpunkte aus anderen Quellen abgeleitet, um eine stabile Lagerung des Kartenblattes sicher zu stellen. **Abb. 28, 29**

035_Lentzen



Systemnummer: 4

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:205
84Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:631,6 m
257,0 m

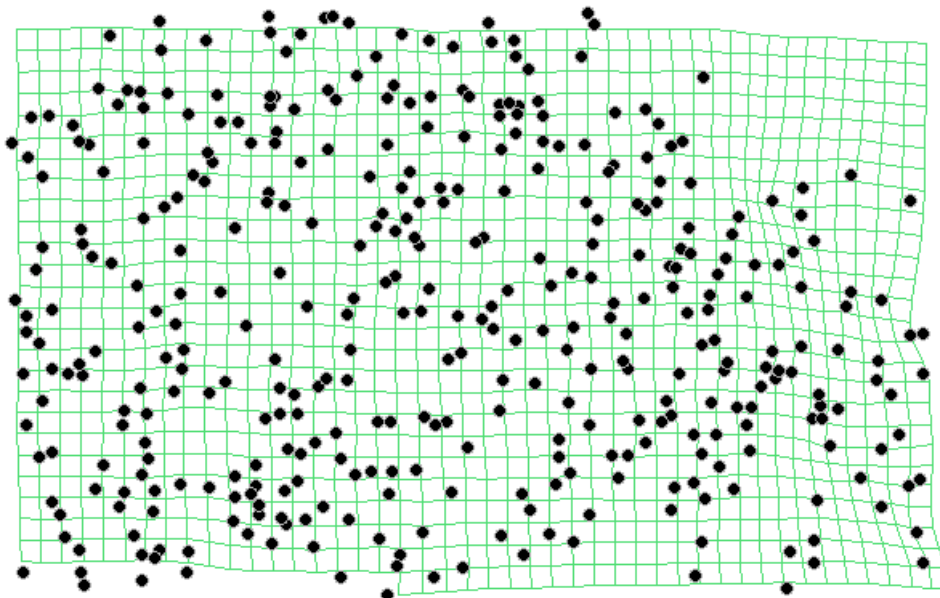
Das Kartenblatt enthält im nördlichen und westlichen Bereich keine Darstellung. Es besitzt eine mittlere Darstellungsdichte. Bezüglich der Restklaffen gehört es mit zu den besseren Kartenblättern. Lediglich die Elbeniederung wies größere Abweichungen auf, die im Bereich der Ortslagen Gadow-Babekuhl nicht vollständig aufgelöst werden konnten. **Abb. 30, 31**

036_Pritzwalck



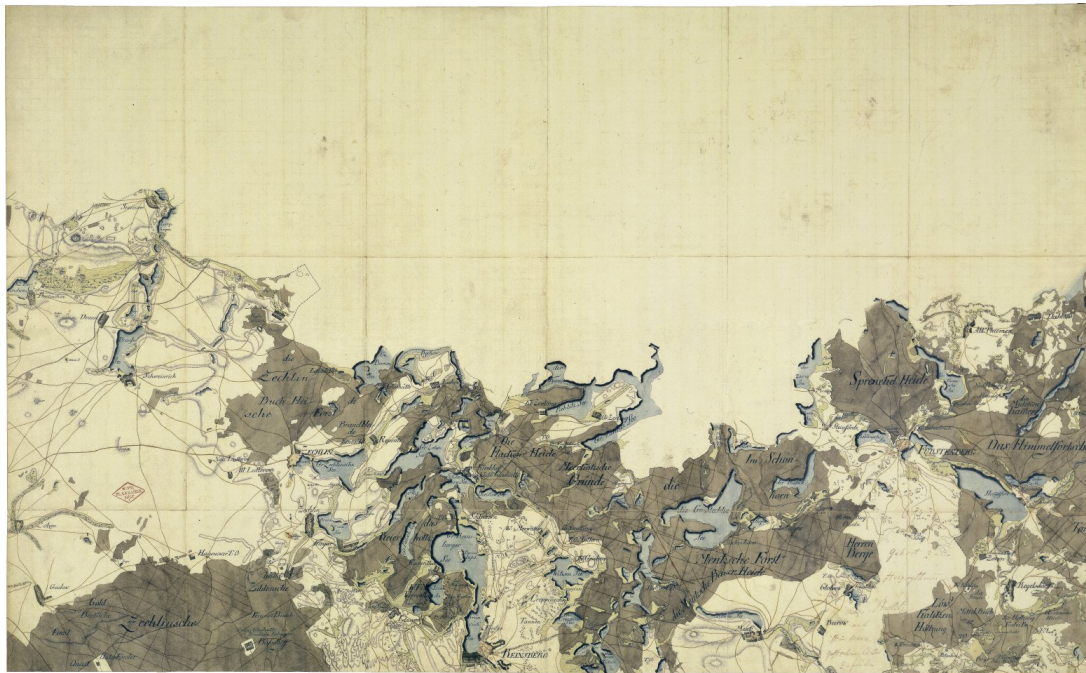
Systemnummer: 5

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:377
163Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:1485,4 m
269,7 m

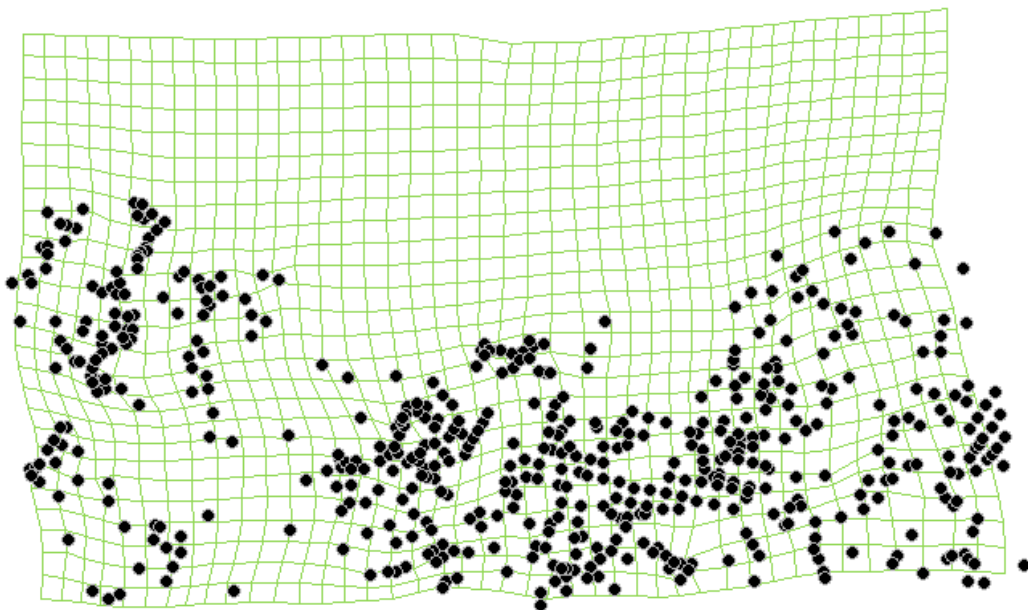
Das Kartenblatt enthält eine mittlere Darstellungsdichte, im nordwestlichen und nordöstlichen Bereich fehlt die Darstellung. Bezüglich der Restklaffen gehört es zu den besten Kartenblättern, was sich in einem wohlgeformten Gitternetz ausdrückt. Lediglich der östliche Anschluss an das Kartenblatt 037_Reinsberg weist größere Spannungen auf. **Abb. 32, 33**

037_Reinsberg



Systemnummer: 6

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:

530

Maximaler Fehler:

2107,4 m

Randpunkte:

113

Mittlerer Fehler:

616,7 m

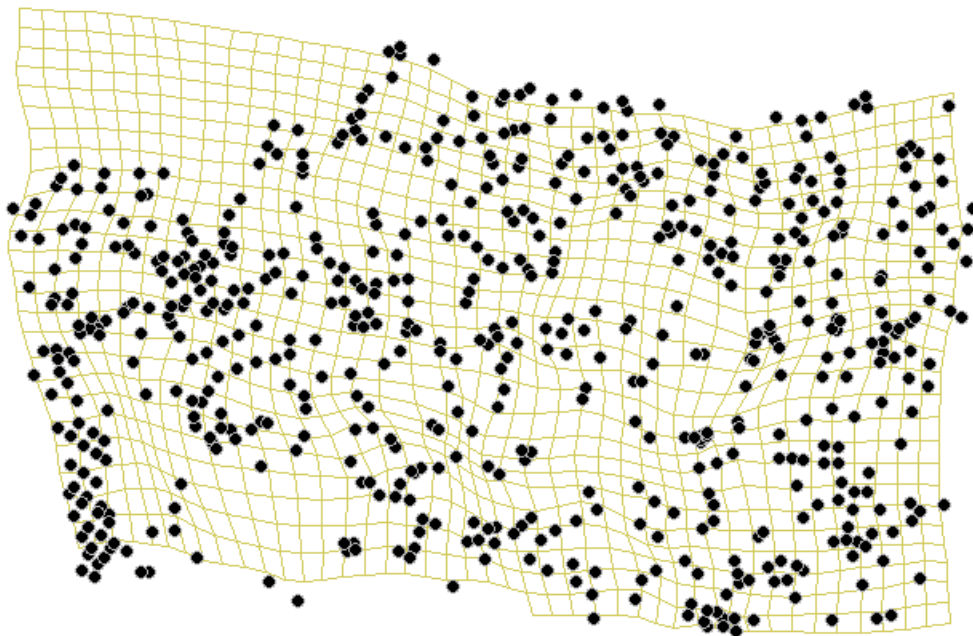
Dem Kartenblatt fehlt im nördlichen Bereich die Darstellung. Es weist eine durchschnittliche Darstellungsdichte auf, wobei die topografischen Gegebenheiten sehr unterschiedlich differenziert sind. Der heutige Truppenübungsplatz Wittstock im östlichen Bereich des Kartenblattes bietet sehr wenige Möglichkeiten, eine Identität herzustellen. Das Rheinsberger Seengebiet im zentralen Kartenbereich zeigt mit der sehr differenzierten Topografie erst die dem Kartenwerk innewohnende Ungenauigkeiten auf. Das Kartenblatt weist größere Spannungen auf, insbesondere zu dem westlichen und östlichen Anschlussblättern. **Abb. 34, 35**

038_Tempelin



Systemnummer: 7

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:611
146Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:3674,9 m
1031,7 m

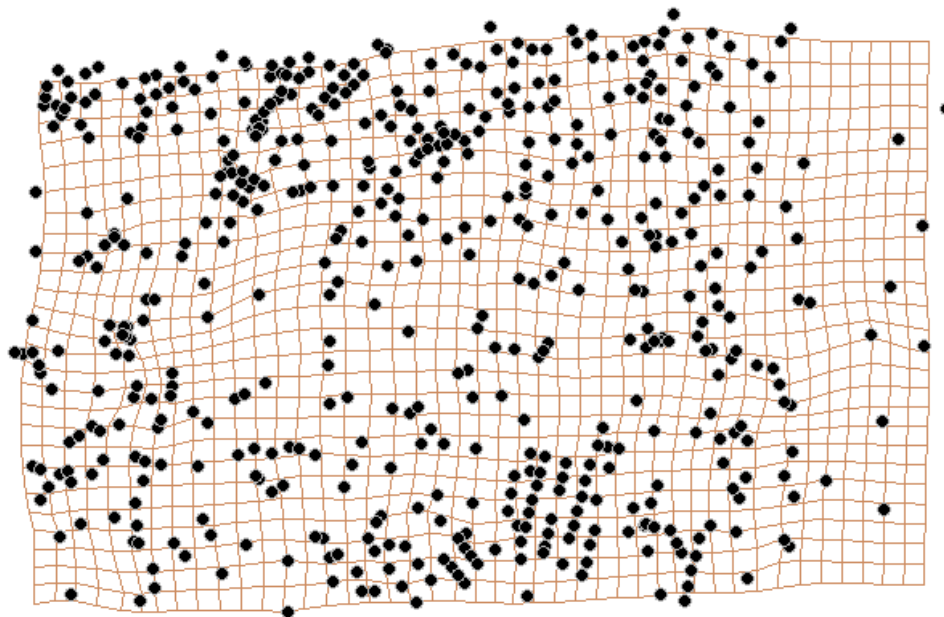
An der nordöstlichen Blattecke fehlt dem Kartenblatt die Darstellung, ansonsten weist das Kartenblatt eine durchschnittliche Darstellungsdichte auf. Lediglich der Bereich um die Ortslage Hardenbeck und das Gebiet südwestlich von Prenzlau ist differenzierter ausgebildet. Die differenzierte Topografie bietet auch viele Landschaftselemente als Passpunkte an. Größere Spannungen in dem Passpunktfeld sind insbesondere bezüglich des östlichen und nördlichen Anschlussblattes zu bemerken. **Abb. 36, 37**

039_Gartz



Systemnummer: 8

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

526
111

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1480,4 m
555,2 m

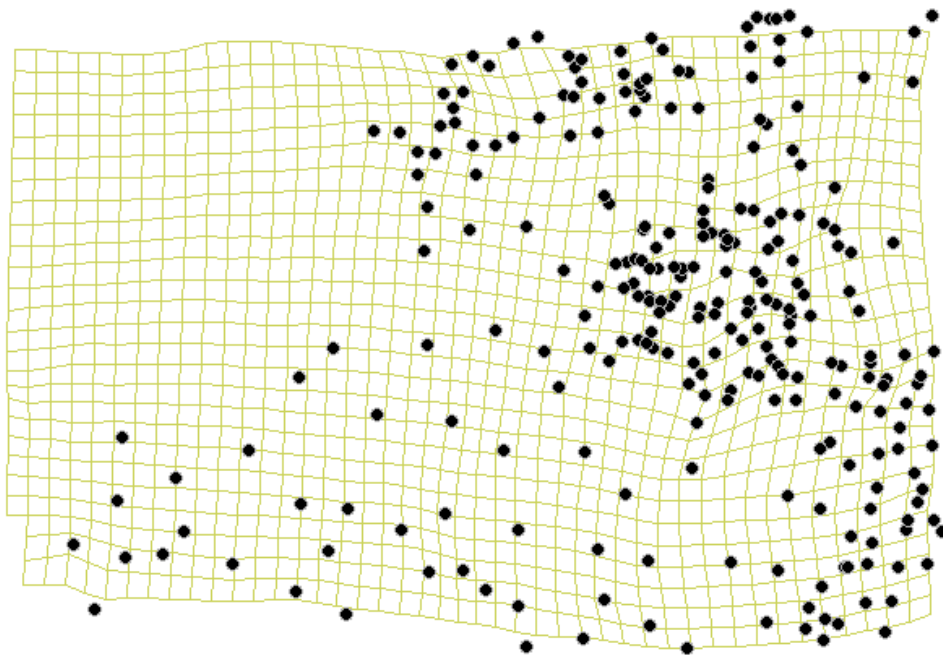
Das Kartenblatt weist eine durchschnittliche Darstellungsdichte auf, wobei die vielen Seitenarme der Oder in dem zu damaliger Zeit sicher schwer zugänglichem Gebiet erstaunlich differenziert dargestellt sind. Der Randowbruch im zentralen Bereich bot aufgrund der Topografie nur wenig identische Punkte. In den außerhalb Brandenburg liegenden Gebiet östlich der Oder wurden nur die Ortslagen als Passpunkte verwendet, wofür neben der PLA auch andere Quellen als Grundlage verwendet wurden. Das Kartenblatt weist Verzerrungen in mittlerer Größenordnung auf. **Abb. 38, 39**

048_Wittenberge



Systemnummer: 9

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:

262

Maximaler Fehler:

1908,8 m

Randpunkte:

80

Mittlerer Fehler:

681,8 m

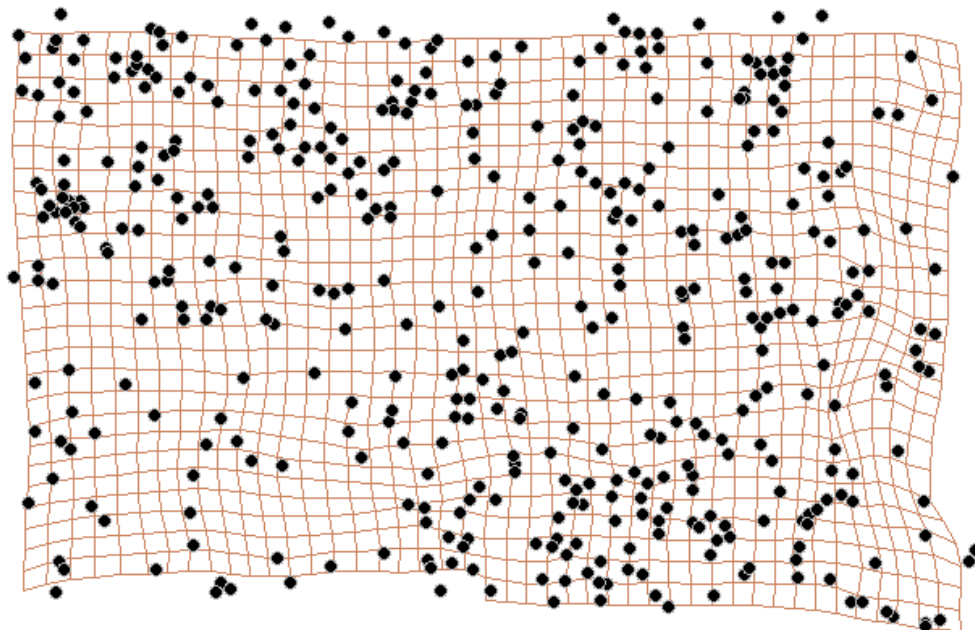
Dem Kartenblatt fehlt im nordwestlichen Bereich, dem Gebiet des heutigen Niedersachsens die Darstellung. Ansonsten weist es eine mittlere Darstellungsdichte auf. Für das Gebiet des heutigen Sachsen-Anhalt wurden nur ausgewählte Ortslagen als Passpunkte verwendet, um eine annähernd korrekte Lagerung des Kartenblattes zu gewährleisten, hierfür wurden neben der PLA auch andere Quellen zu Grunde gelegt. Wie schon auf dem Kartenblatt 035_Lentzen sind im Bereich der Elbeniederung stärkere Spannungen zu bemerken, ansonsten liegen die Verzerrungen in mittlerer Größenordnung. **Abb. 40, 41**

049_Neustadt



Systemnummer: 10

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

444
198

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

2012,8 m
403,2 m

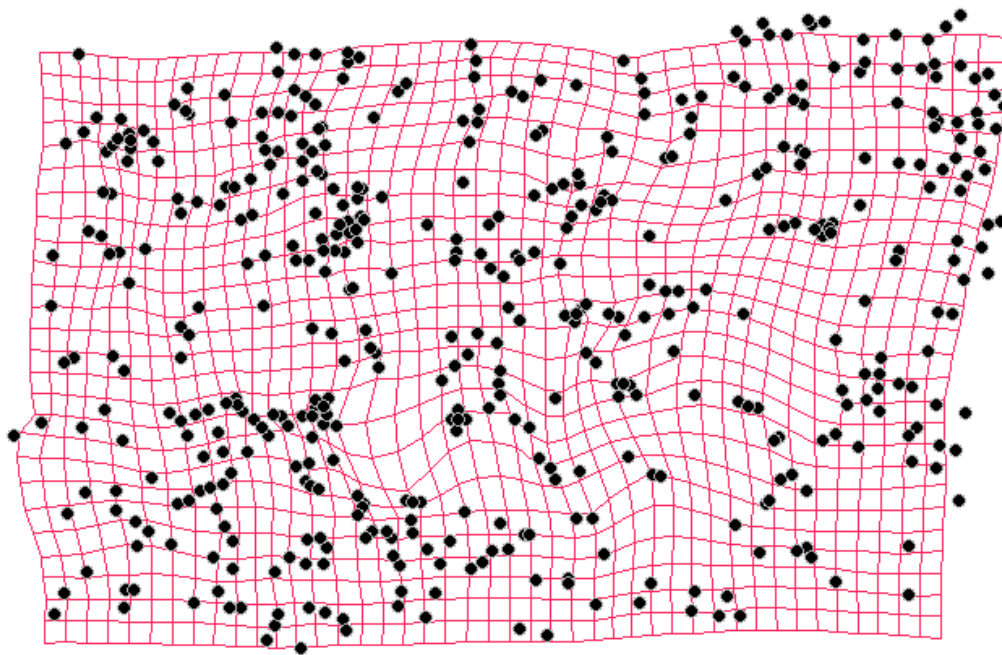
Das Kartenblatt weist eine durchschnittliche Darstellungsdichte auf. Bezüglich der Lagegenauigkeit gehört es zu den besseren Kartenblättern. Lediglich im südlichen Bereich um die Neue und Alte Jäglitz und im südöstlichen Bereich sind stärkere Verzerrungen zu bemerken. **Abb. 42, 43**

050_Neuruppin



Systemnummer: 11

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

472
145

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

2377,8 m
938,1 m

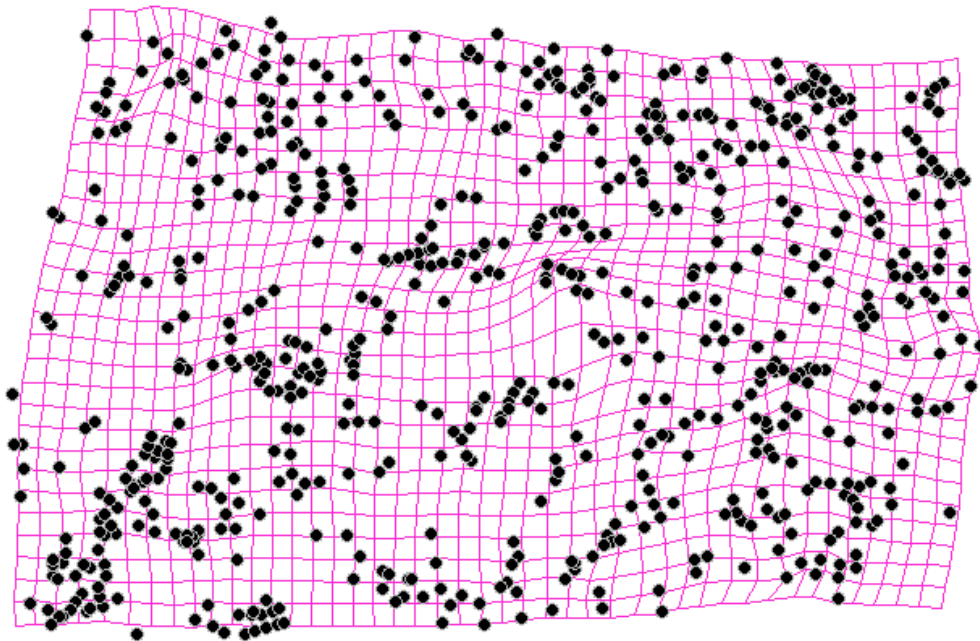
Das Kartenblatt mit mittlerer Darstellungsdichte weist für die Kartenblätter nördlich Berlins untypisch große Spannungen auf. Insbesondere ist dies bemerkenswert für die Gegend östlich Neuruppins, die aufgrund der Topografie auch damals überschaubar gewesen sein muss. Der Ruppiner See weist große Spannungen auf, die sich in stark verzerrten Bilddaten ausdrücken. Die Lage der Orte Wuthenow und Nietwerder ist so falsch dargestellt, dass hier zugunsten noch lesbarer Bilddaten auf ein Setzen von Passpunkten verzichtet wurde. **Abb. 44, 45**

051_Liebenwalde



Systemnummer: 12

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:669
171Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:3041,7 m
846,5 m

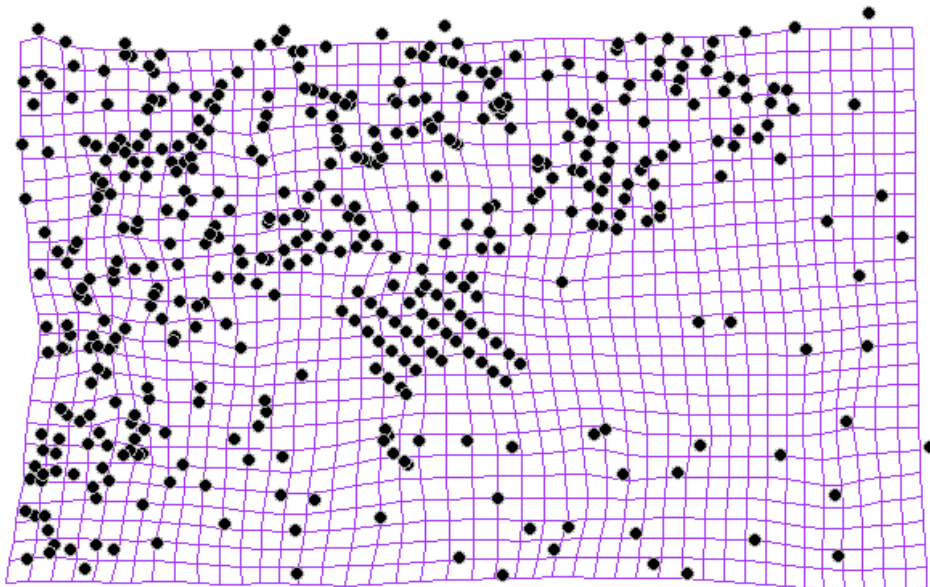
Das Kartenblatt weist eine mittlere Darstellungsdichte auf, wobei die Seenlandschaft viele identische Punkte zur Anpassung bietet. Die Passpunkte häufen sich dabei allerdings in Punktgruppen, wogegen die großen Waldflächen nur wenige Anhaltspunkte bieten. Das Kartenblatt weist mittelgroße Spannungen auf, die sich allerdings großflächig verteilen.
Abb. 46, 47

052_Angermünde



Systemnummer: 13

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:	449	Maximaler Fehler:	1187,5 m
Randpunkte:	134	Mittlerer Fehler:	298,9 m

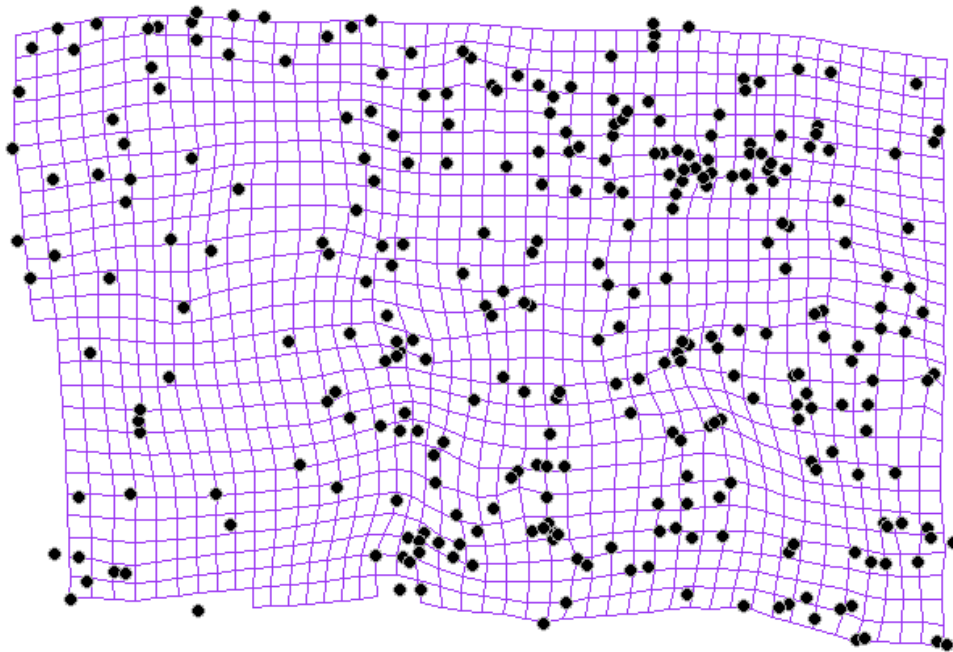
Bessere Lagequalität weist wieder dieses Kartenblatt mit mittlere Darstellungsdichte auf. Bemerkenswert ist hier wieder die detaillierte Darstellung der Oderniederung und die Ausprägung des Geländeprofiles im Bereich östlich der Oder. Auf dem Gebiet des heutigen Polens wurde die angestrebte Passpunktdichte nur für die Bereiche mit vorliegender PLA eingehalten. Östlich davon wurden Passpunkte lediglich für ausgewählte Ortslagen gesetzt. **Abb. 48, 49**

062_Rathenow



Systemnummer: 14

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:307
120Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:1424,5 m
523,9 m

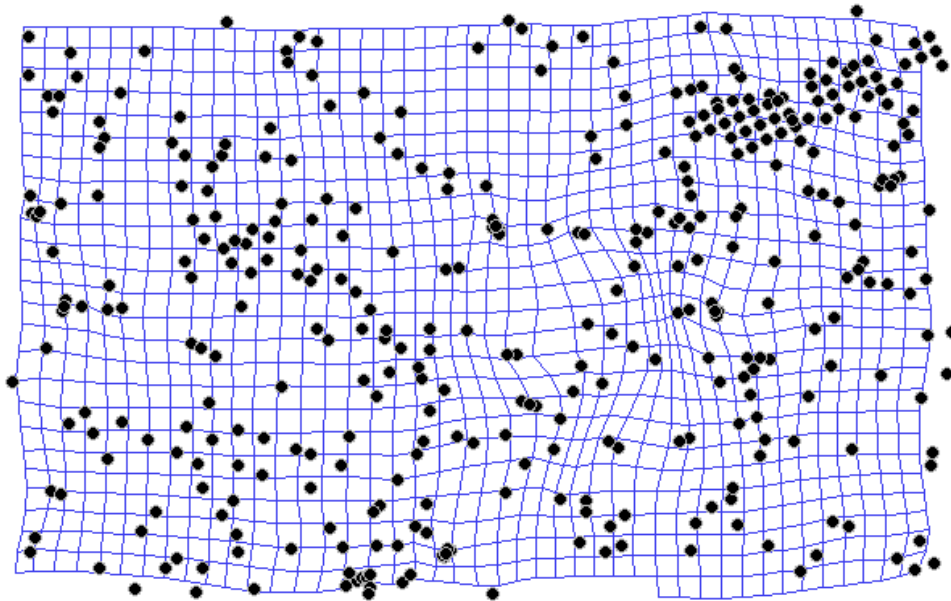
Das in durchschnittlicher Darstellungsdichte ausgeprägte Kartenblatt weist mittelgroße Spannungen auf, die sich aber aufgrund des relativ großen Passpunktabstandes weiträumig verteilen. Sichere Passpunkte boten im Wesentlichen nur die Ortslagen, in den großen Niederungen und Waldflächen konnten nur wenige Passpunkte identifiziert werden. **Abb. 50, 51**

063_Oranienburg



Systemnummer: 15

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

375
127

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1774,9 m
477,9 m

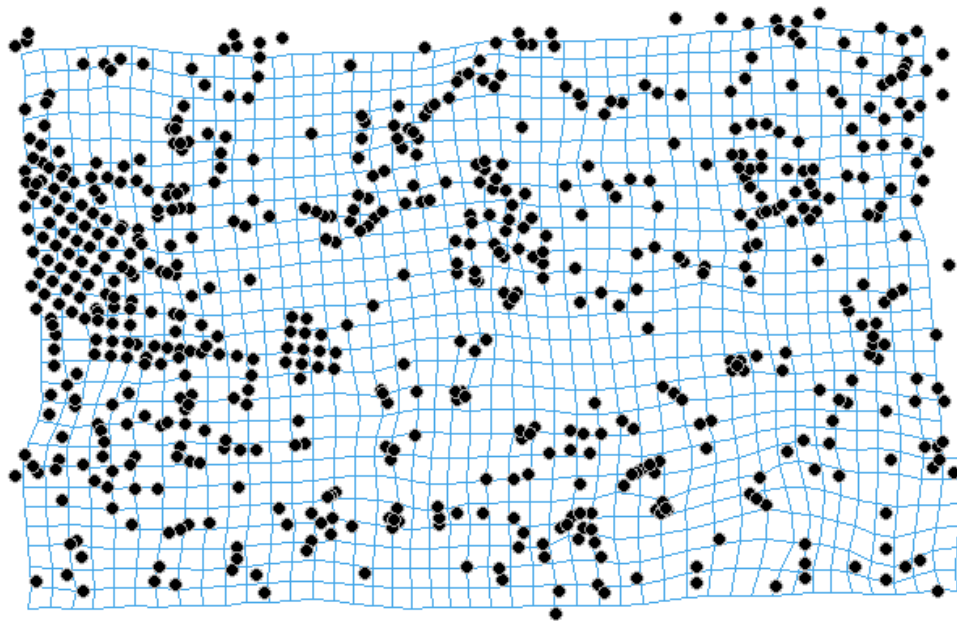
Geringe Spannungen weist das Kartenblatt mit mittlerer Darstellungsdichte auf. Lediglich im Bereich der Ziethener Heide sind größere Verzerrungen zu bemerken. Die Hauptgräben und Dämme im Havelländischen Luch scheinen bis heute unverändert in der Lage zu bestehen und bieten damit gut verteilte Passpunkte. **Abb. 52, 53**

064_Bernau



Systemnummer: 16

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

631
194

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1384,1 m
370,0 m

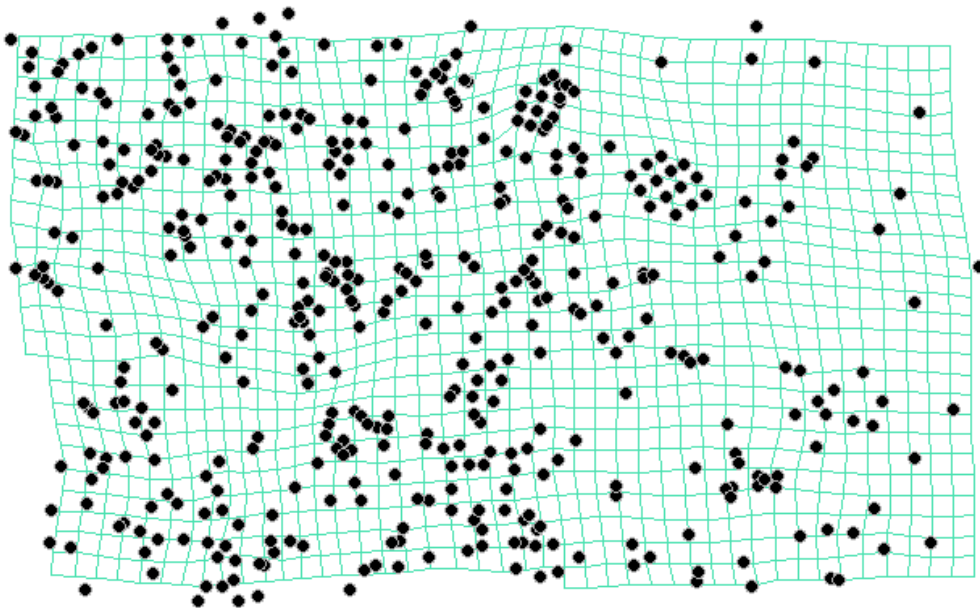
Ebenso geringe Verzerrungen weist das in durchschnittlicher Darstellungsdichte ausgeprägte Kartenblatt auf. Die Gestellwege in den westlichen Forsten bieten zahlreiche identische Punkte. In der im zentralen Bereich vorherrschenden offenen Landschaft boten sich im Wesentlichen nur die Ortslagen als Identitäten an. **Abb. 54, 55**

065_Freienwalde



Systemnummer: 17

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

470
137

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1450,4 m
477,0 m

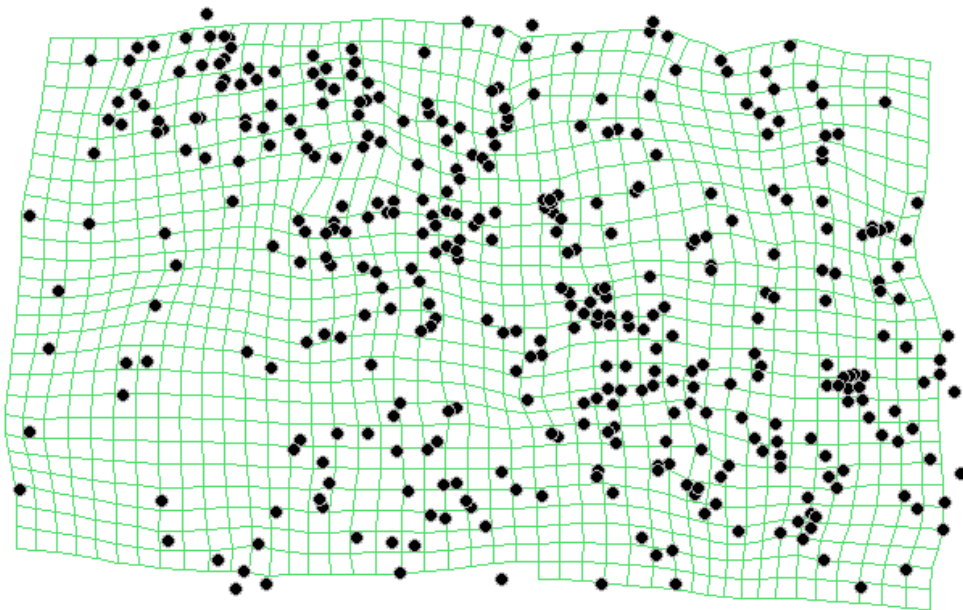
Großflächig verteilen sich die ohnehin geringen Spannungen in diesem Kartenblatt. Das Kartenblatt weist eine mittlere Darstellungsdichte auf. In den Gebieten östlich des Oderbruchs, für die keine Kartenblätter der PLA vorlagen, wurden wieder nur ausgewählte Ortslagen als Passpunkte verwendet. **Abb. 56, 57**

076_Genthin



Systemnummer: 18

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

386
117

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1612,3 m
624,3 m

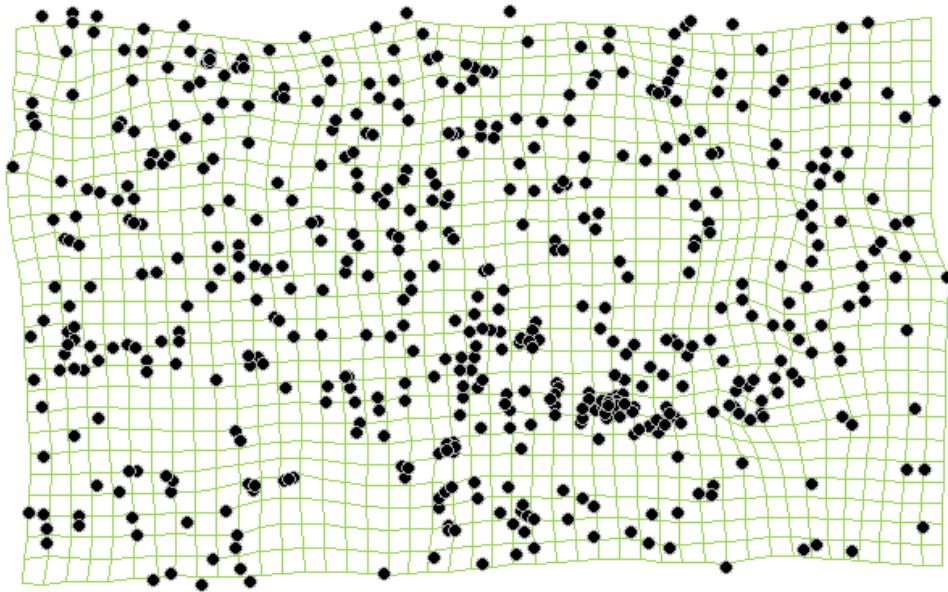
Das in durchschnittlicher Darstellungstiefe ausgeprägte Kartenblatt weist größere Spannungen auf, die sich aber großflächig verteilen. Allerdings bietet die damals wie heute relativ naturnahe Landschaft nur wenige sichere Passpunkte. Auf dem westlichen, außerhalb Brandenburgs befindlichen Kartenteil wurde die angestrebte Passpunktdichte nur dort erreicht, wo Kartenblätter der PLA vorliegen. Weiter westlich wurden nur die Ortslagen zur Lagerung des Kartenblattes als Passpunkte verwendet. Grob fehlerhaft ist die Ortslage Marquede und die umgebende Landschaft südlich von Premnitz verortet. Zugunsten der Kartendarstellung wurde hier auf eine Entzerrung verzichtet. Ebenso fehlerhaft ist die Ortslage Woltersdorf westlich von Plaue eingetragen, wobei hier erstaunlich ist, dass die Umgebung eine relativ gute Passung aufweist.
Abb. 58, 59

077_Potsdam



Systemnummer: 19

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

528
144

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1218,4 m
350,6 m

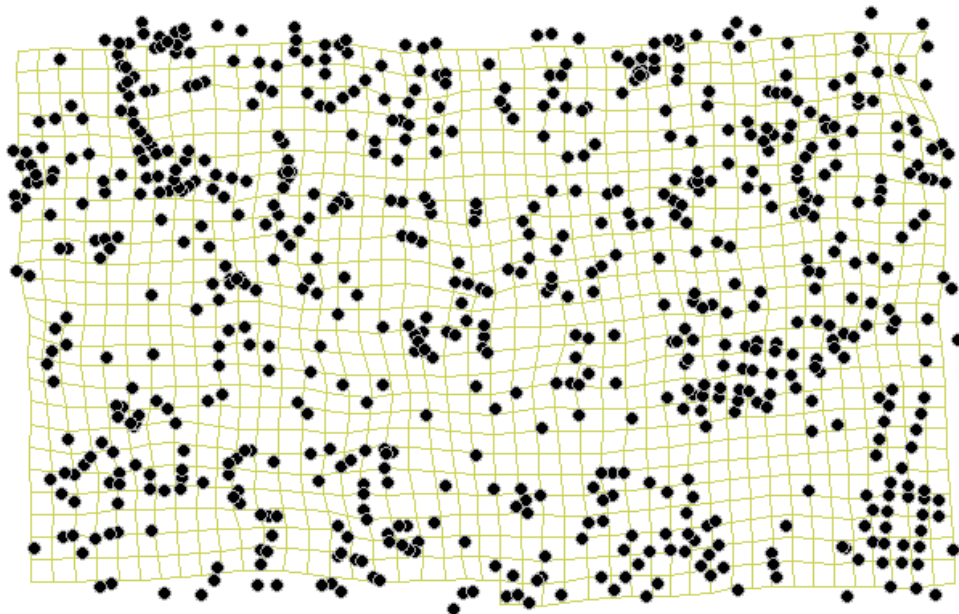
Auch das Kartenblatt rund um die Sommerresidenz des preußischen Königs weist nur eine mittlere Darstellungsdichte auf, wobei eine stärkere Differenzierung der Ortslage Potsdams bemerkbar ist. Auffällig ist auch die ausgeprägtere Geländedarstellung östlich von Potsdam. Gerade hier und in Richtung des Berliner Stadtgebietes treten aber auch starke lokale Spannungen auf. Leider ist das Kartenblatt im Bereich um die Stadt Spandau stark beschädigt, so dass hier nur wenige Passpunkte identifiziert werden konnten. Die Ortslage Bliesendorf ist fehlerhaft eingetragen, zugunsten des Kartenbildes wurde hier auf eine Herstellung der Identität verzichtet. **Abb. 60, 61**

078_Berlin



Systemnummer: 20

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

696
179

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1652,6 m
331,9 m

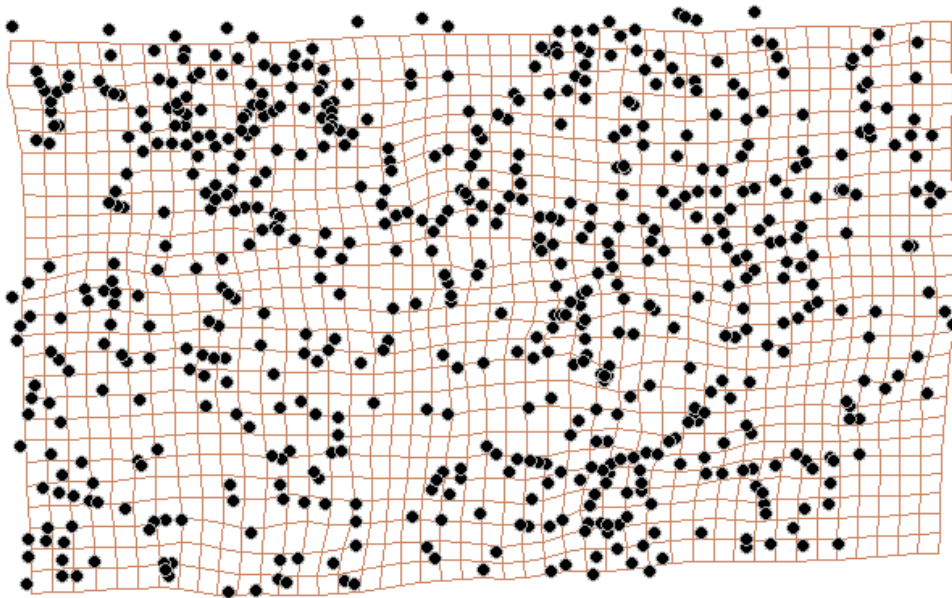
Auch das Kartenblatt der Landeshauptstadt weist nur eine mittlere Darstellungsdichte auf, wobei das Stadtgebiet und die Geländedarstellung rund um Berlin differenzierter ausgestaltet ist. Das Kartenblatt weist eine gute Passung auf, wobei größere Abweichungen im Verlauf der Spree und Dahme auffällig sind. Auffällig ist auch, dass für einige mit Gestellwegen durchzogenen Forsten keine Identität hergestellt werden konnte. **Abb. 62, 63**

079_Lebus



Systemnummer: 21

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

624
169

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

940,1 m
363,3 m

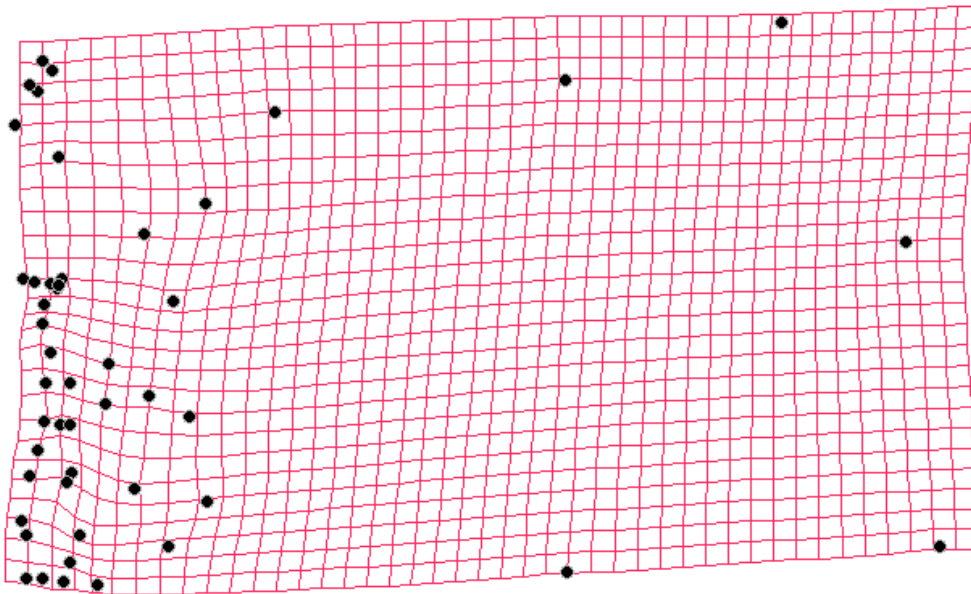
Das Kartenblatt weist eine durchschnittliche Darstellungsdichte und geringe, großflächig verteilbare Spannungen auf. Selbst die stark veränderte Landschaft des Oderbruchs bot genügend Passpunkte, lediglich das Odertal östlich von Lebus bot aufgrund der Landschaftsausprägung wenig Anhaltspunkte. **Abb. 64, 65**

080_Zilentzig



Systemnummer: 22

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

48
73

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1733,0 m
814,0 m

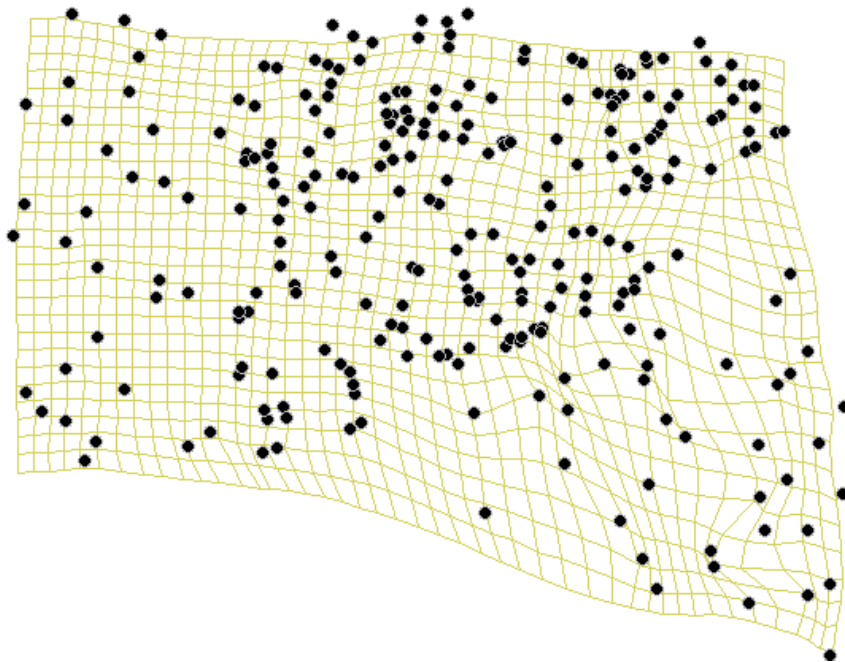
Dieses Kartenblatt deckt nur zu einem sehr geringen Teil das Landesgebiet Brandenburgs ab, daher wurde die übliche Passpunktdichte nur nahe der Oder eingehalten. Auf dem Gebiet des heutigen Polens wurden nur wenige Passpunkte gesetzt, insbesondere auch, um die südlich angrenzenden Kartenblätter in ihrer Lage zu stabilisieren. **Abb. 66, 67**

088_Beltzig



Systemnummer: 23

6-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:270
89Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:5453,3 m
1336,7 m

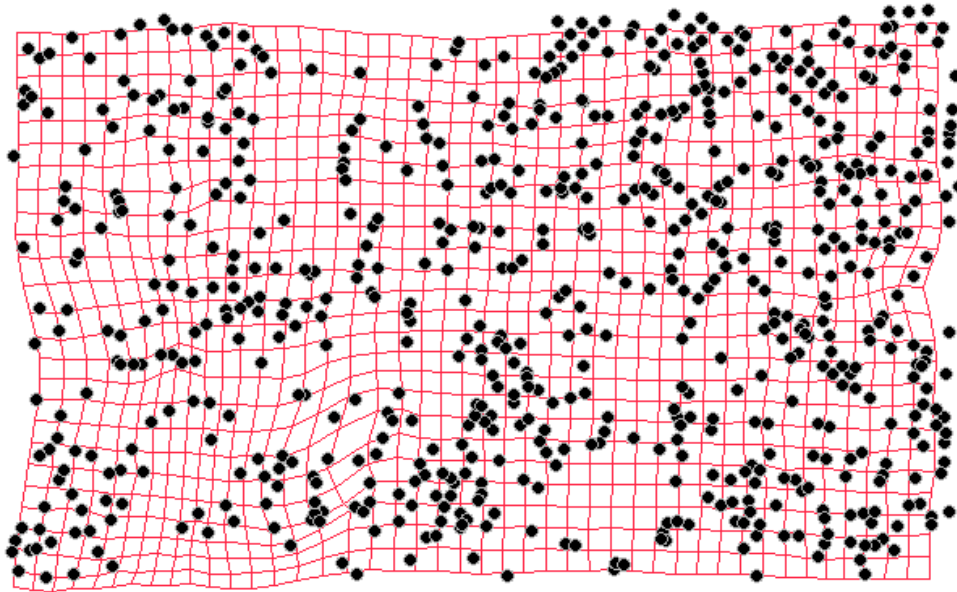
Das Kartenblatt wird von Südwesten nach Nordosten von der damals preußisch-sächsischen Grenze durchzogen. Während die preußischen Gebiete in der mittleren Darstellungsdichte präsentiert werden, ist der sächsische Kartenteil nur noch schemenhaft skizziert. Auch die sehr starken Verzerrungen, die in diesem Gebiet auftreten, lassen vermuten, dass hier wesentlich kleinmaßstäbiger Karten kopiert wurden oder dass lediglich Wegebescreibungen als Grundlage für die Kartierung dienten. Als Passpunkte wurden für den sächsischen Kartenteil lediglich die symbolisierten Ortslagen verwendet, wobei Orte, die das Kartenbild bis zur Unkenntlichkeit verzerren würden, ausgelassen wurden. Die aus dem entzerrten Kartenbild erzeugten Waldflächen dürften selbst für grobe Flächenverteilungsstatistiken kaum verwendbar sein. Auf dem westlichen Kartenteil, der das heutige Gebiet Sachsen-Anhalts abbildet, wurde die Passpunktauswahl im Wesentlichen auf die Ortslagen reduziert. **Abb. 68, 69**

090_Mittenwalde



Systemnummer: 25

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

690
165

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

2362,9 m
473,3 m

Das Kartenblatt weist eine durchschnittliche Darstellungsdichte auf. Die reich strukturierte Landschaft ermöglicht relativ viele Passpunkte, die im Norden auch zu einem ausgeglichenen Bild der Restklaffen führen. Insbesondere im Südwesten, in Richtung der damaligen sächsischen Grenze, sind trotz detailreicher Darstellung stärkere Verzerrungen zu bemerken, die sich auf dem südlich angrenzenden Kartenblatt fortsetzen. **Abb. 72, 73**

091_Franckfurth



Systemnummer: 26

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

633
158

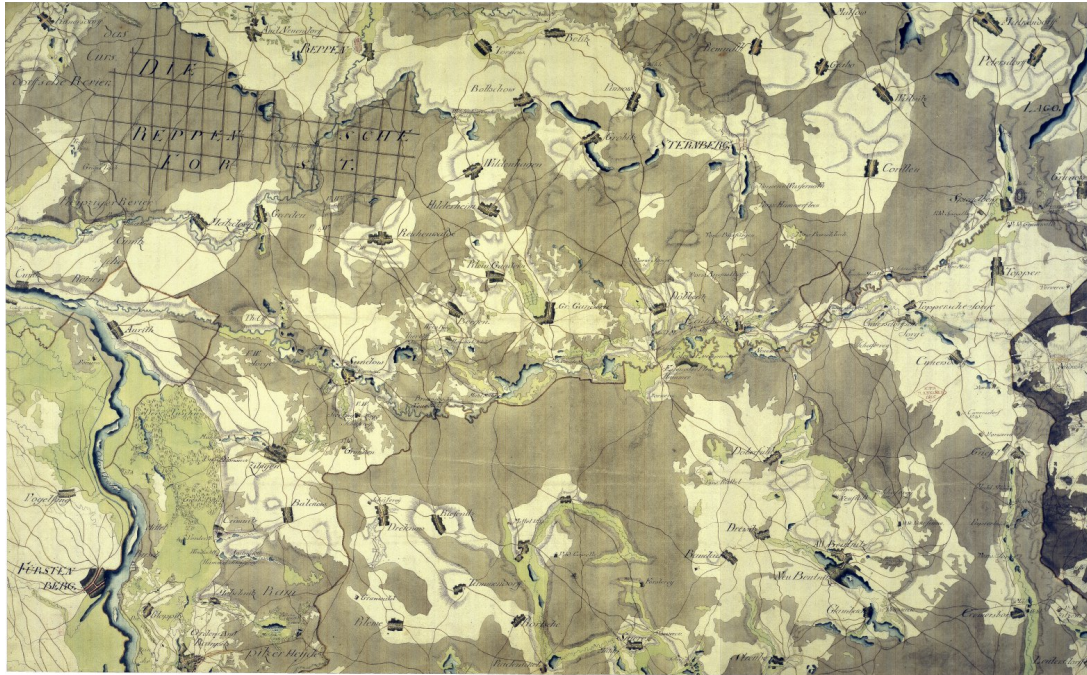
Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

1714,8 m
407,7 m

Die ehemals sächsischen Gebiete südlich des Friedrich-Wilhelm-Kanals und östlich des Schwielochsees sind nicht dargestellt. Die übrigen Flächen sind in der mittleren Dichte dargestellt, wobei die Umgebung um den Friedrich-Wilhelm-Kanal etwas detailreicher präsentiert werden. Auch sind auf dem Kartenblatt sonst nicht übliche Signaturen für Bewuchs und Geländeformen zu bemerken. Das Gebiet südlichwestlich des Schwielochsees ist auch auf dem südlich anschließenden Kartenblatt 101_Peitz, leicht abweichend, aber offensichtlich auf gleicher Kartiergrundlage basierend dargestellt. Dieser Kartenteil wurde zwar ebenso mit Passpunkten verortet, aber später am nördlichen Rand des Peitzer Kartenblattes beschnitten, um eine überlappungsfreie Präsentation zu ermöglichen.

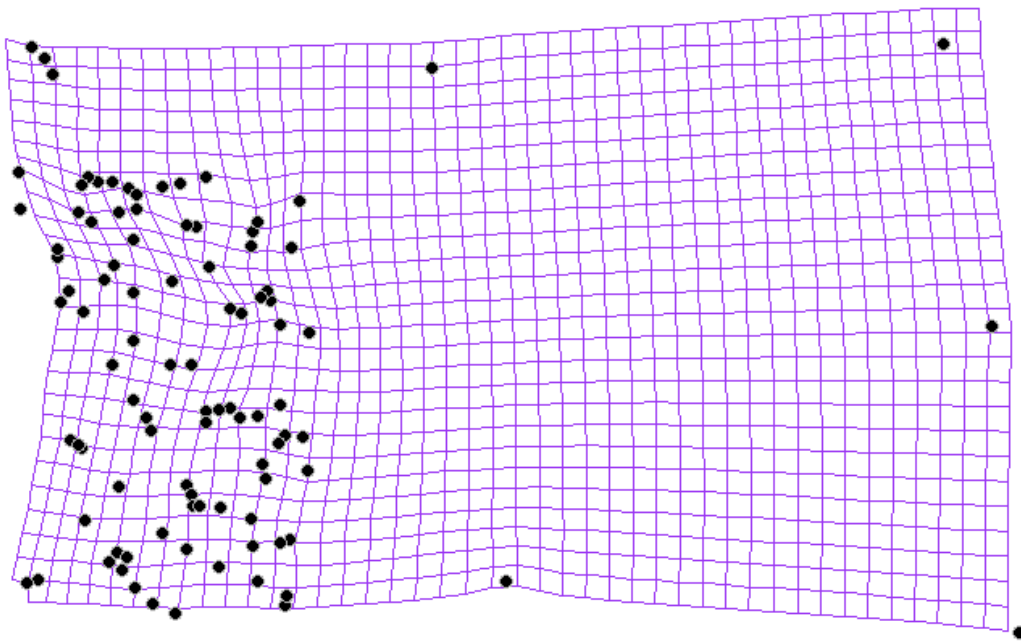
Die zahlreich dargestellten Gestellwege in den Forsten ermöglichten viele Passpunkte, lediglich entlang der sächsischen Grenze sind größere Verzerrungen zu verzeichnen. **Abb. 74, 75**

092_Sternberg



Systemnummer: 27

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:97
83Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:2527,9 m
807,4 m

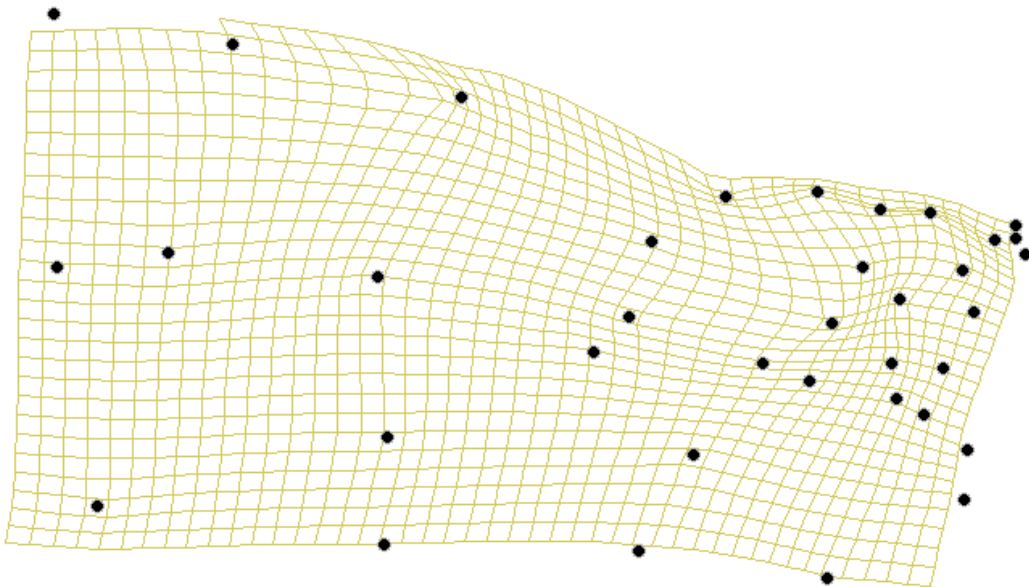
Das mit mittlerer, gen Südosten mit geringer Darstellungsdichte präsentierte Kartenblatt deckt weitgehend heute polnisches Gebiet ab, daher wurde nur im westlichen Kartenteil Passpunkte in der angestrebten Dichte registriert. Für den östlichen Kartenteil wurden nur wenige Ortslagen als Passpunkt für eine feste Lagerung der Karte verwendet. Das westlich der Oder dargestellte Gebiet um Fürstenberg ermöglichte nur wenige Passpunkte, da auch hier das damals fremde Staatsgebiet offensichtlich nur skizziert wurde. **Abb. 76, 77**

098_Wittenberg



Systemnummer: 28

6-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

36
43

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

4193,9 m
1812,2 m

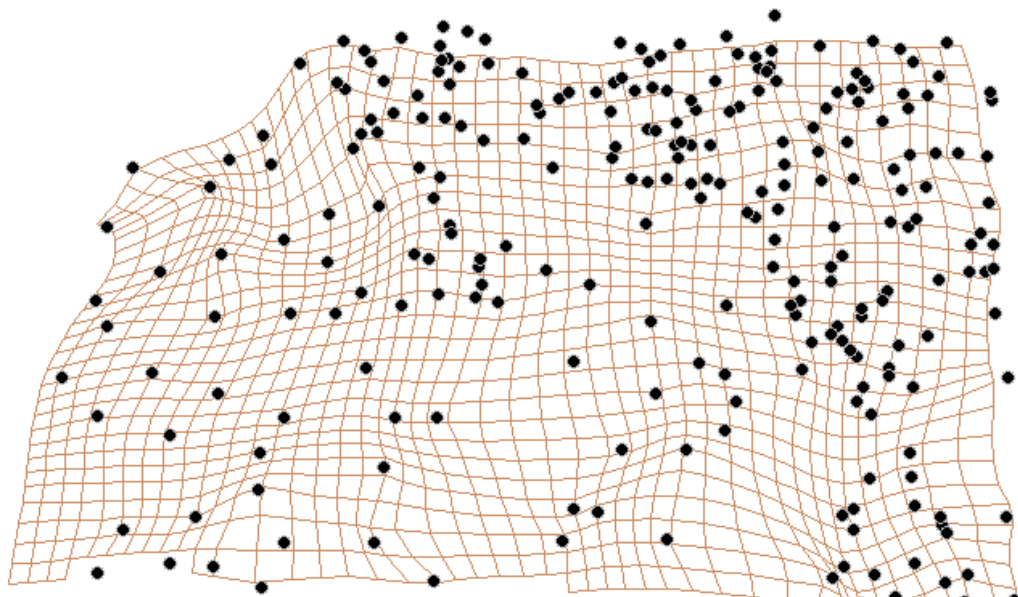
Dieses Kartenblatt bildet nur zu einem sehr geringen Anteil heutiges Gebiet des Landes Brandenburg ab. Es präsentiert sich in einer sehr geringen Darstellungsdichte, wobei Disproportionen schon im Original offensichtlich sind. Aufgrund der Staatszugehörigkeit sind kleinere Gebiete wesentlich detailreicher, bis hin zu Flurbezeichnungen dargestellt. Das Kartenblatt wurde nur mit wenigen Passpunkten belegt, wobei der Schwerpunkt auf die Brandenburg nahen Gebiete gelegt wurde. Dennoch ist das Kartenblatt durch große Verzerrungen gekennzeichnet. **Abb. 78, 79**

099_Zahna



Systemnummer: 29

6-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:259
99Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:6940,8 m
1210,3 m

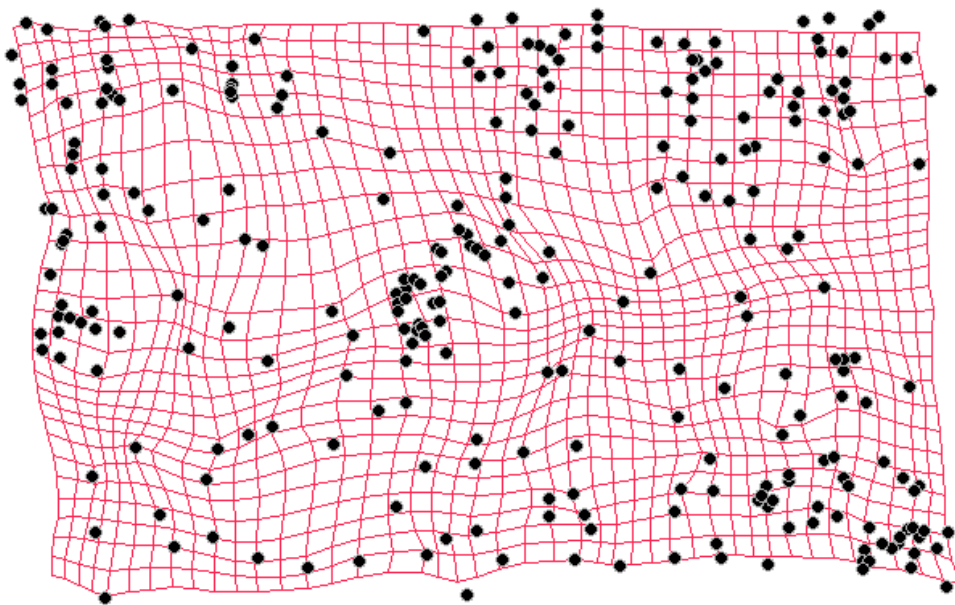
Das Kartenblatt weist im Norden, in dem Gebiet östlich von Wittenberg und in der preußischen Exklave „Ländchen Bärwalde“ eine mittlere Darstellungsdichte auf, der damals zum sächsischen Staatsgebiet gehörige Teil ist wieder nur schemenhaft skizziert. Der damals preußische Kartenteil konnte gut mit Passpunkten belegt werden, diese weisen aber auch größere Spannungen auf. Die wohl nur auf Schätzungen basierende Kartierung des sächsischen Gebietes führt zu größeren Verformungen des Kartenblattes. **Abb. 80, 81**

100_Lübben



Systemnummer: 30

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

278
131

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

2999,8 m
1050,4 m

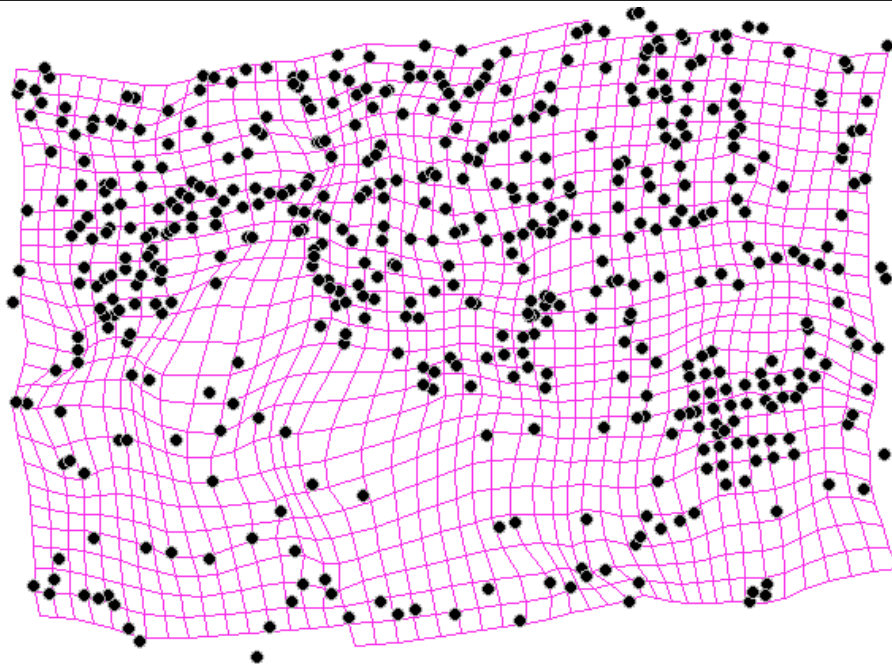
Das Kartenblatt weist nur im Nord- und Südosten die mittlere Detaildichte auf, die übrige Kartenfläche ist mit Ausnahme kleinerer preußischer Exklaven wieder nur schemenhaft skizziert. Daher bietet dieses Kartenblatt nur relativ wenige identische Punkte, die dann auch zu großen Verzerrungen der Darstellung führen. **Abb. 82, 83**

101_Peitz



Systemnummer: 31

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:518
161Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:2779,2 m
952,4 m

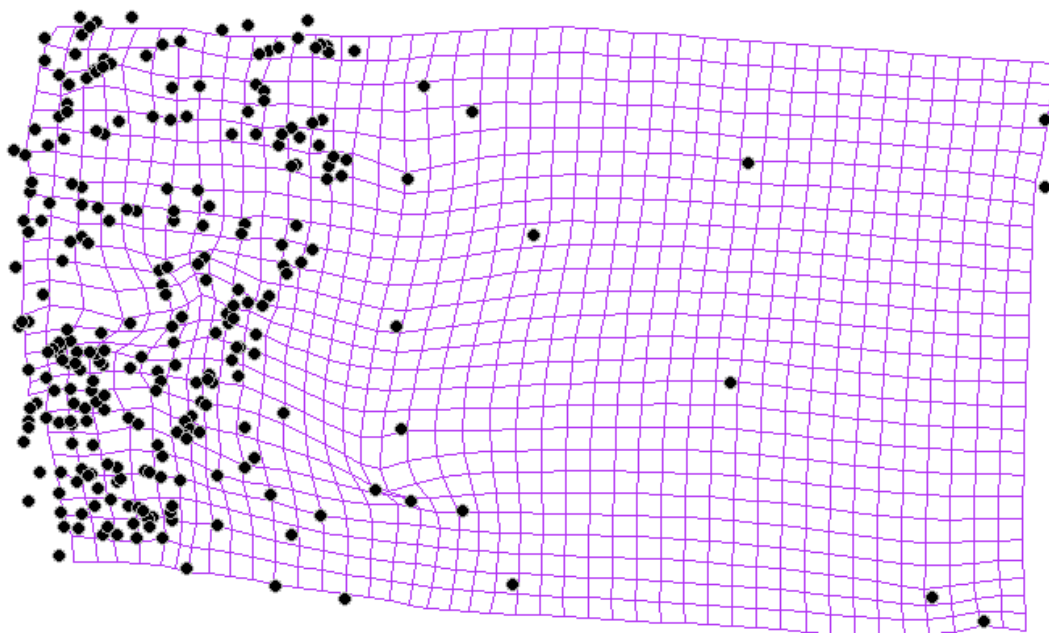
Das Kartenblatt weist in dem Gebiet zwischen Schwielochsee und Schlaube und im südöstlichen Kartenteil eine sehr detailreiche Darstellung auf, erstaunlich für den historisch wenig bedeutenden Landesteil Brandenburgs. Dementsprechend konnten hier viele Identitäten gefunden werden, die aber auch zu größeren Spannungen führten. Östlich der Schlaube sind nur noch die Ortslagen dargestellt, Landschaftselemente fehlen hier fast gänzlich. Während der Spreewald, der Verlauf der Spree und der nordöstliche Kartenteil noch in annähernd durchschnittlicher Detailliertheit dargestellt sind, fehlen im zentralen Kartenteil fast gänzlich die Landschaftselemente. Auch führen dort die wenigen Passpunkte zu sehr starken Verzerrungen des Kartenbildes. **Abb. 84, 85**

102_Guben



Systemnummer: 32

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

260
97

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

2916,2 m
800,8 m

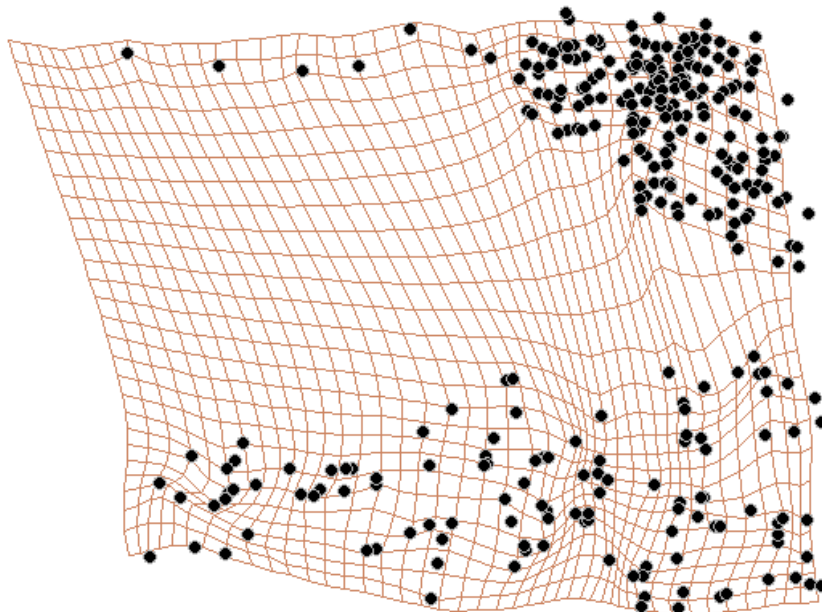
Sehr detailliert ist der Kartenteil südwestlich der Stadt Guben, selbst Flurnamen sind hier verzeichnet. Trotzdem sind in den Passpunkten sehr starke lokale Spannungen zu vermerken, auch sind offensichtliche Fehldarstellungen auffällig. In dem nordwestlichen und östlichen Umfeld der Stadt Guben sind nur noch die Ortslagen und einige wenige Landschaftsbestandteile dargestellt. Erstaunlicherweise sind hier die Gemarkungsgrenzen verzeichnet, die sonst nur selten zu finden waren. Der östliche, zum heutigen Polen gehörige Kartenteil wird mit mittlerer bis hin zu geringer Darstellungsdichte präsentiert, hier wurden nur ausgewählte Passpunkte zur generellen Lagerung der Karte erfasst. **Abb. 86, 87**

109_Finsterwalda



Systemnummer: 33

6-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

300
120

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

5655,0 m
1845,4 m

Dem Kartenblatt fehlt im zentralen und westlichen Bereich die Darstellung. Der schmale, im Norden dargestellte Streifen weist, wie schon auf dem Anschlussblatt, nur eine skizzenhafte Darstellung auf. Im Nordosten findet man auch wegen dichter Siedlungsstrukturen eine detailreiche Darstellung vor, dementsprechend dicht ist hier das Passpunktfeld.

Der Süden des Kartenblattes präsentiert sich detailarm, die wenigen dort zu identifizierenden Passpunkte verursachen starke lokale Verzerrungen.

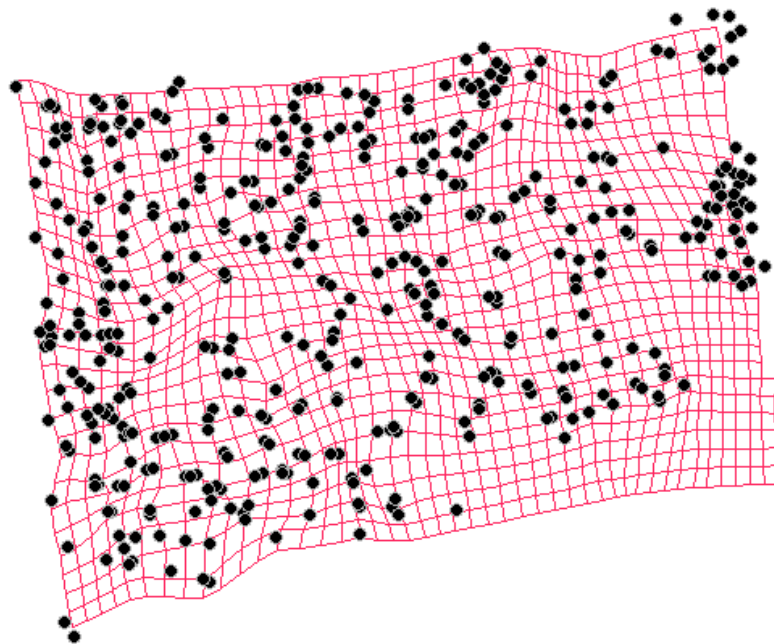
Zwischen den nördlichen und südlichen dargestellten Bereichen liegt ein erheblicher Fehler vor, welcher sich in sehr unterschiedlichen Maßstabsfaktoren in Nord- und Ostrichtung ausdrückt. Die starken Spannungen zwischen Calau und Altdöbern am östlichen Blattrand konnten nicht aufgelöst werden. **Abb. 88, 89**

110_Cottbus



Systemnummer: 34

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

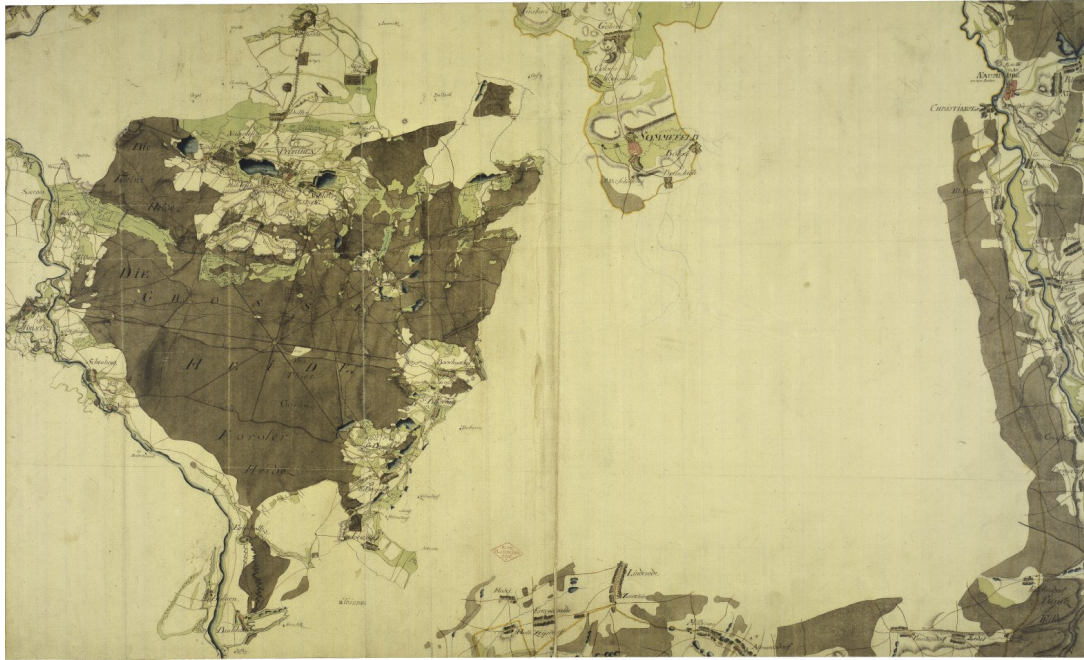
447
110

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

2782,5 m
798,8 m

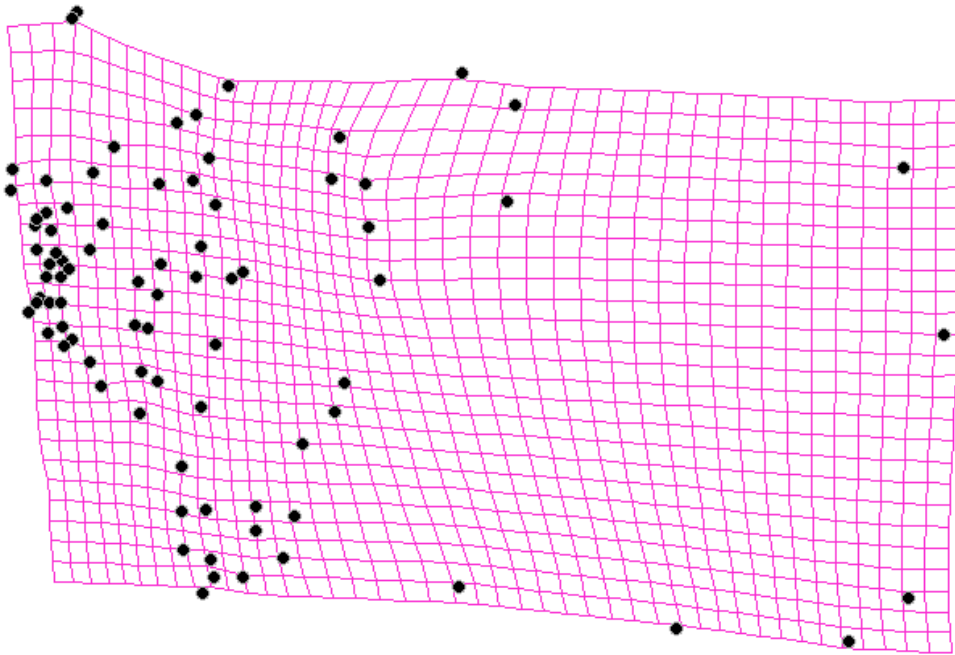
Im Nord- und Südwesten präsentiert sich das Kartenblatt in mittlerer Darstellungsdichte, die in Richtung Osten merklich abnimmt. In der südöstlichen und teilweise in der nordöstlichen Blattecke fehlt die Darstellung gänzlich. Lediglich ein kleiner, im Osten dargestellter Bereich in Richtung der Stadt Forst ist sehr differenziert ausgeprägt und weist eine erstaunliche Übereinstimmung im Wege- und Gewässernetz mit der Preußischen Landesaufnahme auf. Das gesamte Kartenblatt ist durch große Spannungen im Passpunktfeld gekennzeichnet, die sich aber noch großflächig ausgleichen. **Abb. 90, 91**

111_Sommerfeld



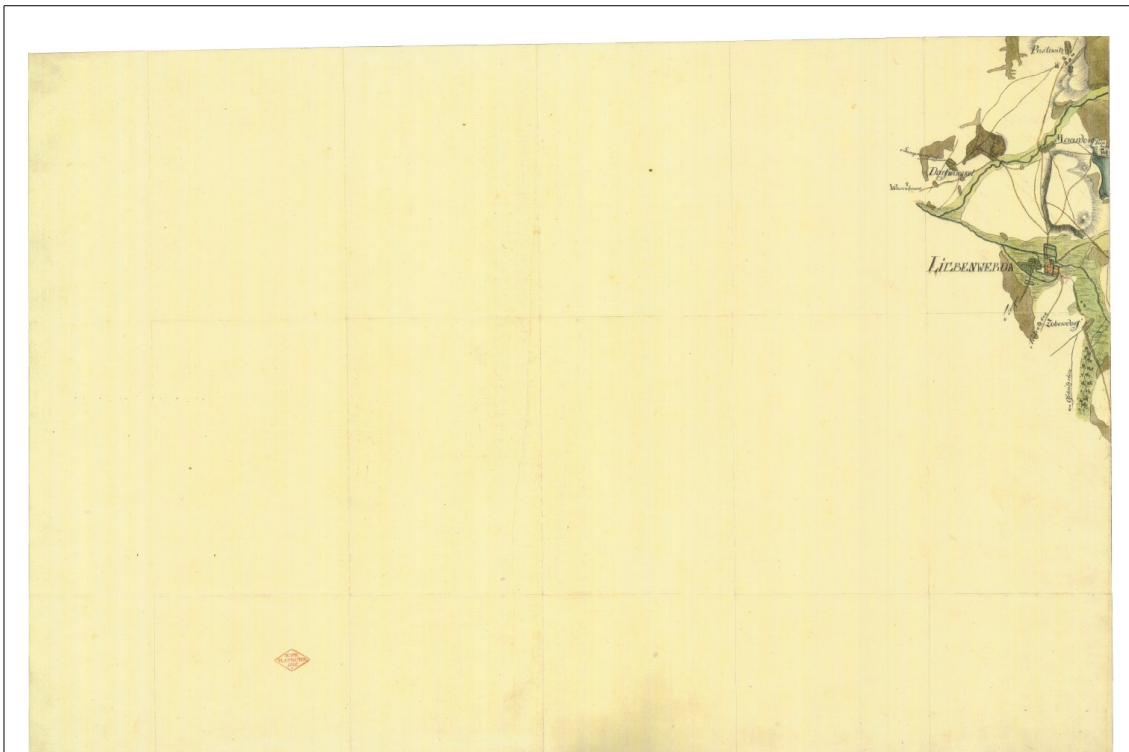
Systemnummer: 35

5-Parameter-Transformation

Passpunkte:
Randpunkte:82
87Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:3853,5 m
1220,0 m

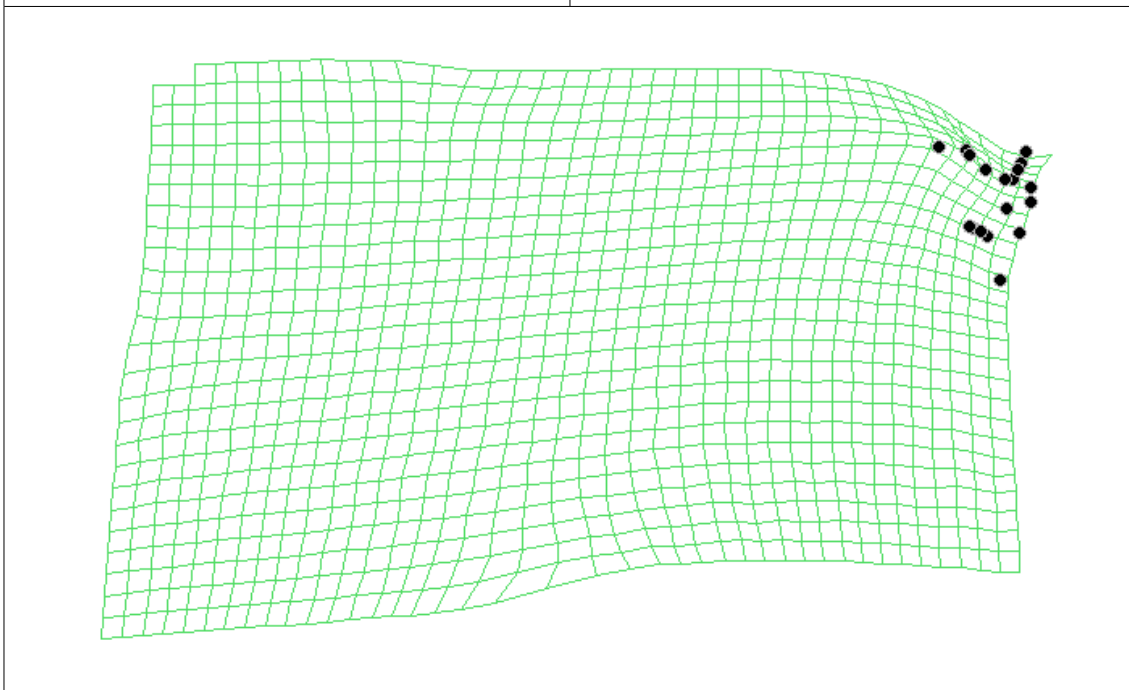
Das Kartenblatt liegt zum großen Teil auf heutigen polnischen Staatsgebiet. Großflächig fehlt die Darstellung gänzlich, wogegen die dargestellten Flächen der Stadt Forst und östlich davon sehr detailreich präsentiert werden. Entlang der Neiße wurden noch alle möglichen Passpunkte gesetzt, auf der Inseldarstellung um Sommerfeld und auf den östlichen und südlichen schmalen dargestellten Streifen wurden dagegen nur ausgewählte Passpunkte benutzt, um das Kartenblatt zu orientieren. Aufgrund der geringen Passpunktdichte verteilen sich die auftretenden Spannungen großflächig. **Abb. 92, 93**

116_Liebenwerda



Systemnummer: 36

4-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

18
20

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

5928,5 m
2578,2 m

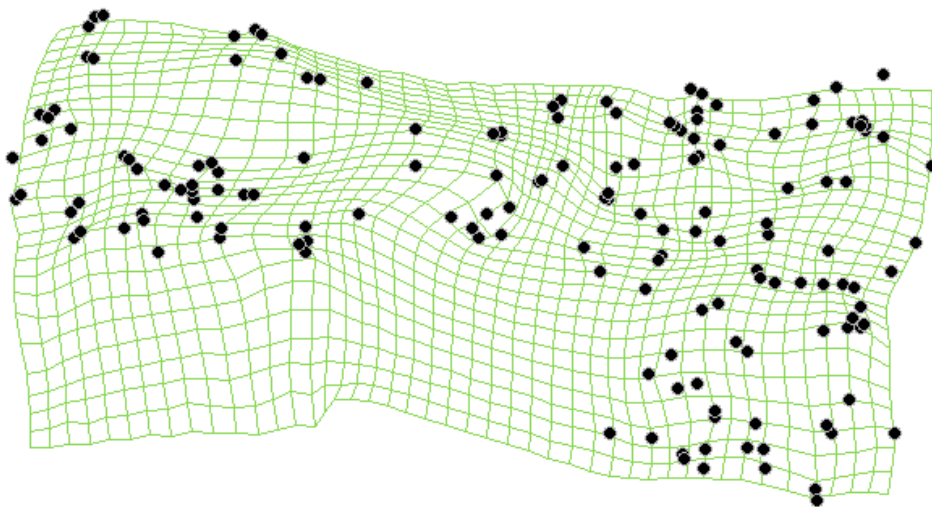
Das Kartenblatt enthält nur im äußersten Nordosten eine mäßig detaillierte Darstellung der Umgebung von Liebenwerda. Die wenigen möglichen Passpunkte erzeugen erhebliche Spannungen, die sich auf dem östlichen Anschlussblatt 117_Senfenberg fortsetzen. **Abb. 94, 95**

117_Senfthenberg



Systemnummer: 37

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

159
102

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

3536,6 m
1283,9 m

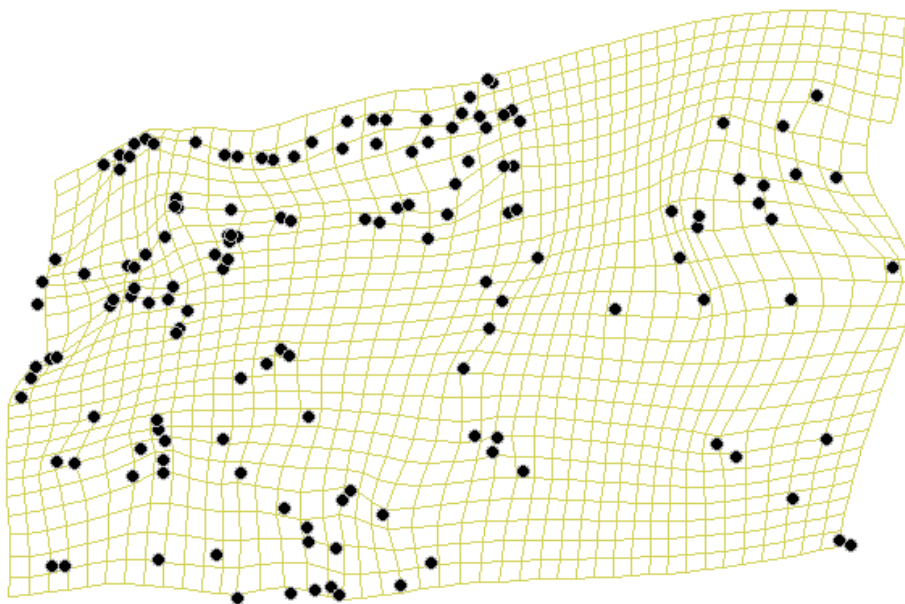
Dem Kartenblatt fehlt eine Darstellung im gesamten Südwesten, der übrige Bereich ist mäßig detailliert dargestellt. Im Wesentlichen konnten nur die Ortslagen als sichere Passpunkte identifiziert werden. Diese erzeugen erhebliche Verzerrungen, die sich sehr negativ auf die Kartendarstellung auswirken. Das dünn besiedelte Gebiet nördlich der Stadt Elsterwerda weist starke Abweichungen zu dem Kartenbild der Preußischen Landesaufnahme auf, die aber nicht aufgelöst werden konnten. **Abb. 96, 97**

118_Hoyerswerda



Systemnummer: 38

5-Parameter-Transformation



Passpunkte:
Randpunkte:

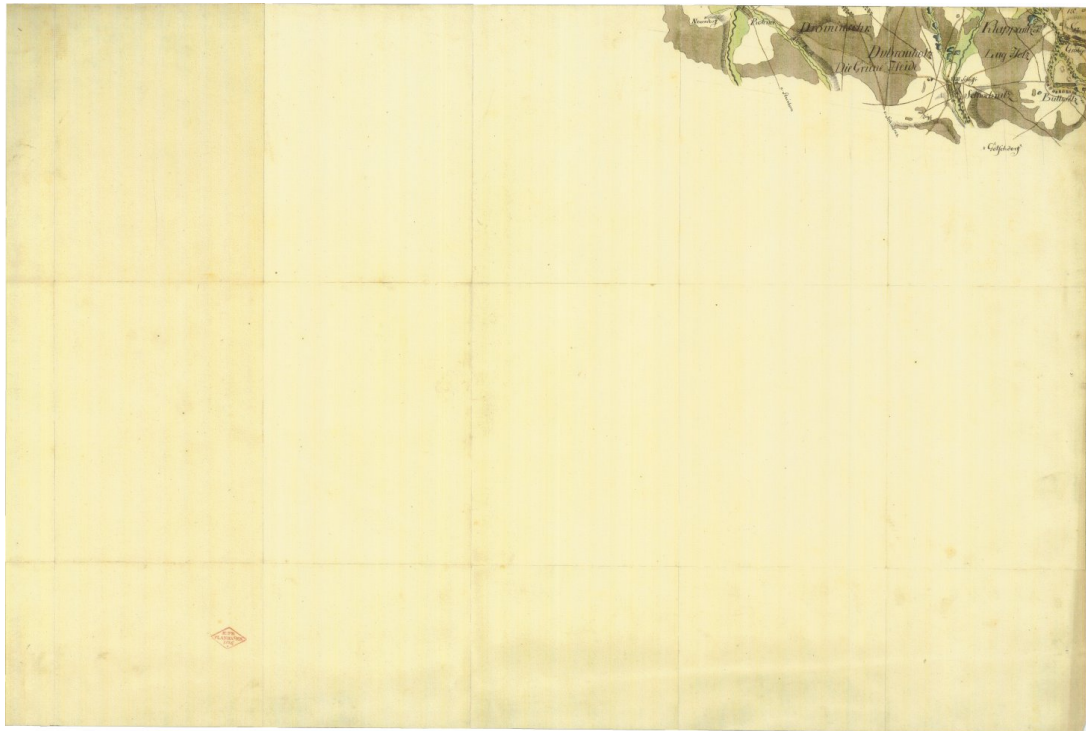
147
51

Maximaler Fehler:
Mittlerer Fehler:

4442,0 m
1839,4 m

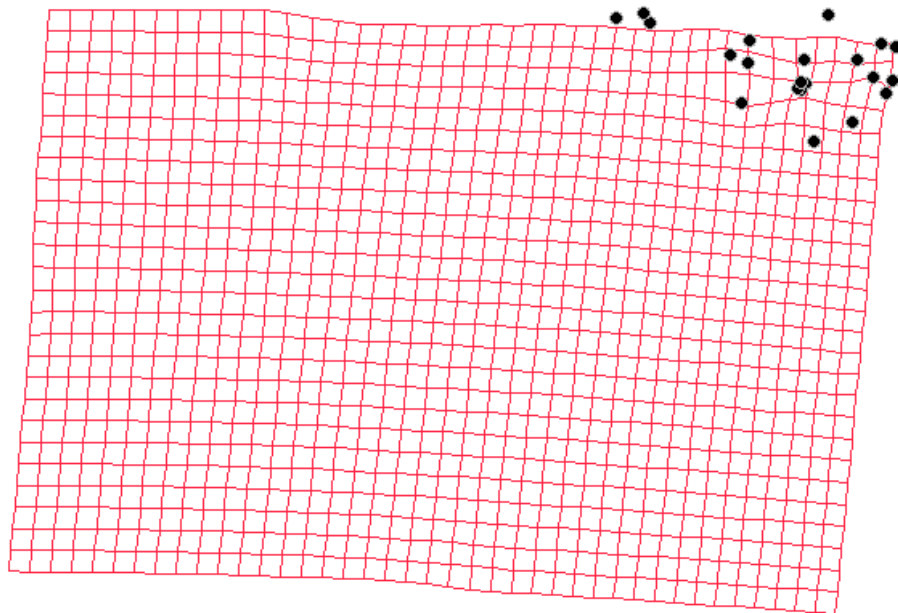
Das Kartenblatt enthält westlich der Spree/Kleinen Spree eine mäßige bis durchschnittliche Darstellungsdichte. Im Osten ist das Gebiet um die Stadt Weißwasser und die großen Forsten südlich der Stadt bis zur Spree in mäßiger Dichte dargestellt. Für den das heutige Brandenburg abdeckenden Kartenteil wurden noch alle möglichen Passpunkte verortet, für den sächsischen Kartenteil wurden nur ausgewählte Ortslagen als Passpunkte verwendet. Wieder ist das Kartenblatt von größeren Spannungen im Passpunktfeld durchzogen. **Abb. 98, 99**

120_Schwebnitz



Systemnummer: 39

4-Parameter-Transformation



Passpunkte:

21

Maximaler Fehler:

1192,1 m

Randpunkte:

26

Mittlerer Fehler:

739,7 m

Das Kartenblatt deckt zwar keine brandenburgischen Landesteile ab, um das nördliche, von starken Verzerrungen betroffenen Anschlussblatt 117_Senfenberg zu stabilisieren, wurden auch hier die wenigen möglichen Passpunkte erzeugt. Die kleine, im äußersten Nordosten dargestellte Fläche enthält eine mäßige Detailliertheit. **Abb. 100, 101**

Als Ergebnis der Gesamtausgleichung liegen zusätzlich zu den erfassten Passpunkten auch die endgültigen Koordinaten der Randpunkte vor.



Abbildungen 102: Ergebnis der Gesamtausgleichung

Zum Abschluss der Gesamtausgleichung wurden die Koordinaten der Pass- und Randpunkte in Textdateien ausgegeben, die selbiges Format besitzen, wie die in den Schritten 4.2.1 und 4.2.2 unter ArcMap erzeugten Passpunktdateien. Die Dateien enthalten nun die Bild- und Sollkoordinaten der Passpunkte mit dem identischen Inhalt aus Schritt 4.2.1, die Bild- und Sollkoordinaten der Randpunkte aus Schritt 4.2.2, wobei hier die Sollkoordinaten mit den Ergebniskoordinaten der Ausgleichung ersetzt wurden. Diese Dateien dienen als Grundlage der in den folgenden Schritten durchgeführten Entzerrung der Bilddaten.

Die mit ausgeglichenen Koordinaten der Gitterpunkte diene später der Genauigkeitsanalyse und der Zusammenstellung der statistischen Daten (siehe 4.4.3).

43_Schmettau_Randanpassung:

39 Textdateien mit den Bild- und Sollkoordinaten der Pass- und Randpunkte,
<nr>_<name>.esri.txt

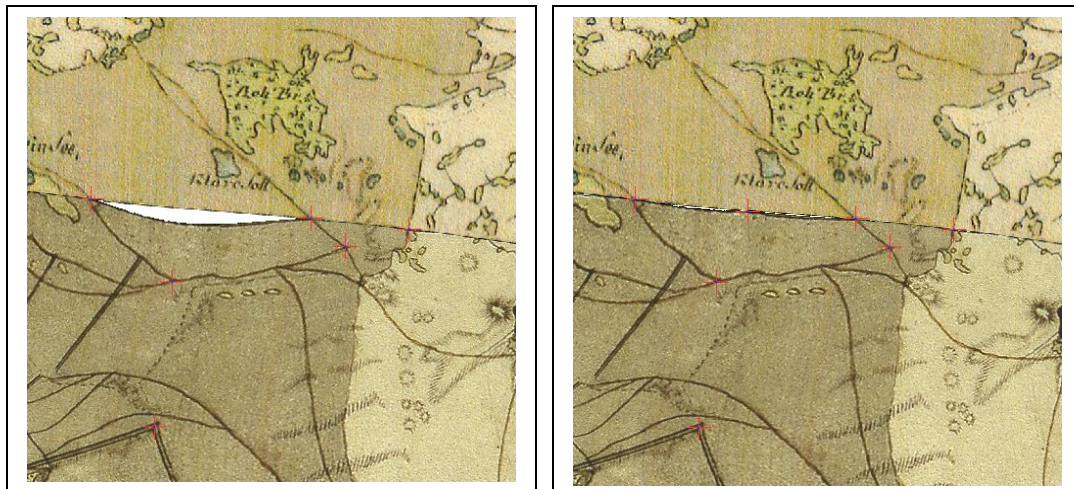
1 Textdatei mit der Formatbeschreibung, *info.txt*

4.2.4 Entzerrung der Bilddaten

Die in der Gesamtausgleichung erzeugten Passpunktdaten wurden in dem nun folgenden Arbeitsschritt unter ArcMap auf die einzelnen Kartenblätter des Schmettau'schen Kartenwerkes angewendet. Als Transformationsmodus wurde *Spline* eingestellt. In diesem Modus werden die Bilddaten ähnlich wie im Modus *Adjust* praktisch restklaffenfrei an die Passpunkte angepasst, wobei die Anpassung im Gegensatz zu Dreiecksvermischung unter *Adjust* durch die Anwendung von Polynomen wesentlich harmonischer geschieht. Eine Genauigkeitssteigerung ist davon natürlich nicht zu erwarten, aber dieser Berechnungsansatz vollzieht wohl eher das, was bei der „Kartenaufnahme nach dem Augenmaße“ an geometrischen Fehlern verursacht worden ist. Zudem, und dies ist die eigentliche Begründung für die Wahl dieses Transformationsansatzes, gestalten sich die damit erzeugten Bilddaten wesentlich angenehmer für das Auge des Betrachters, werden doch auch die im Kartenbild enthaltenen Schriftzüge harmonisch mitgeführt.

4.2.4.1 Korrektur der Entzerrung

Problematisch ist die Anwendung dieses Ansatzes allerdings an den Kartenrändern immer dann, wenn Randpunkte sehr nah beieinander liegen oder wenn einer der eigentlichen Passpunkte nahe an der Verbindungslinie zweier Randpunkte liegt. Die Splines können sich in diesem Fall stark ausformen und die vorher durchgeführte Randanpassung zu Nichte machen. Ein solcher Fall ist in der folgenden Abbildungen dargestellt.



Abbildungen 103, 104: Korrektur der Randanpassung

Es wurden an besonders auffälligen Stellen zusätzliche Passpunkte gesetzt bzw. nahe beieinander liegende Passpunkte entfernt. Die Ergebnisse der Korrekturen einzelner Kartenblätter wurden wiederum in Passpunktdateien abgelegt.

44_Schmettau_Korrekturen:

15 Textdateien mit den Bild- und Sollkoordinaten der Pass- und Randpunkte,
<nr>_<name>.esri.cor.txt

1 Textdatei mit der Formatbeschreibung, *info.txt*

Da das Setzen dieser zusätzlichen Passpunkte rein kosmetischer Natur ist, sollten die hier abgelegten Passpunktdateien allerdings nicht für eine eventuell spätere Analyse oder Korrektur verwendet werden.

4.2.4.2 Beschneidung Kartenblatt 091_Franckfurth

Ein weiteres Problem, welches einer Lösung zugeführt werden musste ist die Überlapung des Kartenblattes 091_Franckfurth mit den Rändern der Nachbarblätter, hier liegt eine Abweichung von dem sonst blattschnittfreien Kartenwerk vor.

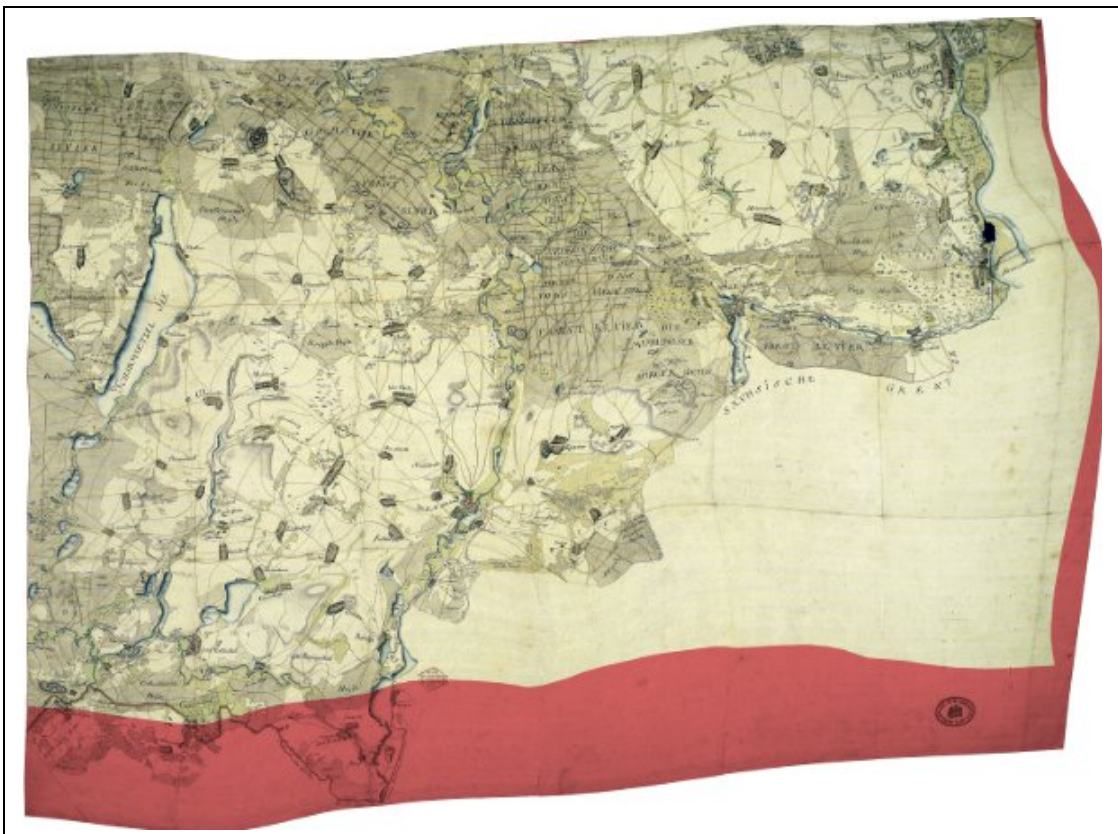


Abbildung 105: Beschneidung des Kartenblattes 091_Franckfurth

Das Kartenblatt wurde entlang der Ränder der Nachbarblätter beschnitten. Das unbeschnittene entzerrte Original wurde abgelegt:

45_Schmettau_Randbeschneidung:

- 1 Bilddatei, entzerrt, unbeschnitten, 091_Franckfurth.png
- 1 korrespondierende World-Datei, 091_Franckfurth.pgw
- 1 Textdatei mit der Beschreibung, *info.txt*

4.2.4.3 Resampling

Letztendlich wurden die in der Randanpassung korrigierten Passpunktdateien einer abschließenden Georeferenzierung zugeführt. Mit der Funktion *Rectify* wurden nun für die Bilddaten ein Resampling durchgeführt, die Bilddaten werden aufgrund der sich aus den Passpunkten ergebenden Transformationsparameter pixelweise neu berechnet. Folgende Einstellungen wurden getroffen:

CellSize	4,00 m	Die Zellgröße wurde einheitlich für alle Kartenblätter auf ein rundes Maß eingestellt, hier etwas kleiner als sich das im Durchschnitt ergebende Maß aus der Scanauflösung, damit möglichst kein Datenverlust entsteht.
NoData as	Alpha 100%	Aufgrund des gewählten Transformationsansatzes ergeben sich an den Bildrändern Pixel, die keine Informationen enthalten. Für diese Pixel wurde die Transparenz auf 100% gesetzt.
Resample Type	Cubic	Es wurde der rechenaufwändigste Modus angewendet, bei dem die zu speichernden Pixel aus dem gewichteten Mittel der 16 benachbarten Farbwerte bestimmt werden.
Format	PNG	Als Ausgabeformat wurde das Format P ortable N etwork G raphics gewählt. Zum einen beherrscht das Format Transparenz und bietet einen guten Kompromiss zwischen Kompressionsgrad und Bildqualität. Zudem wird es durch übliche Standardsoftware unterstützt.

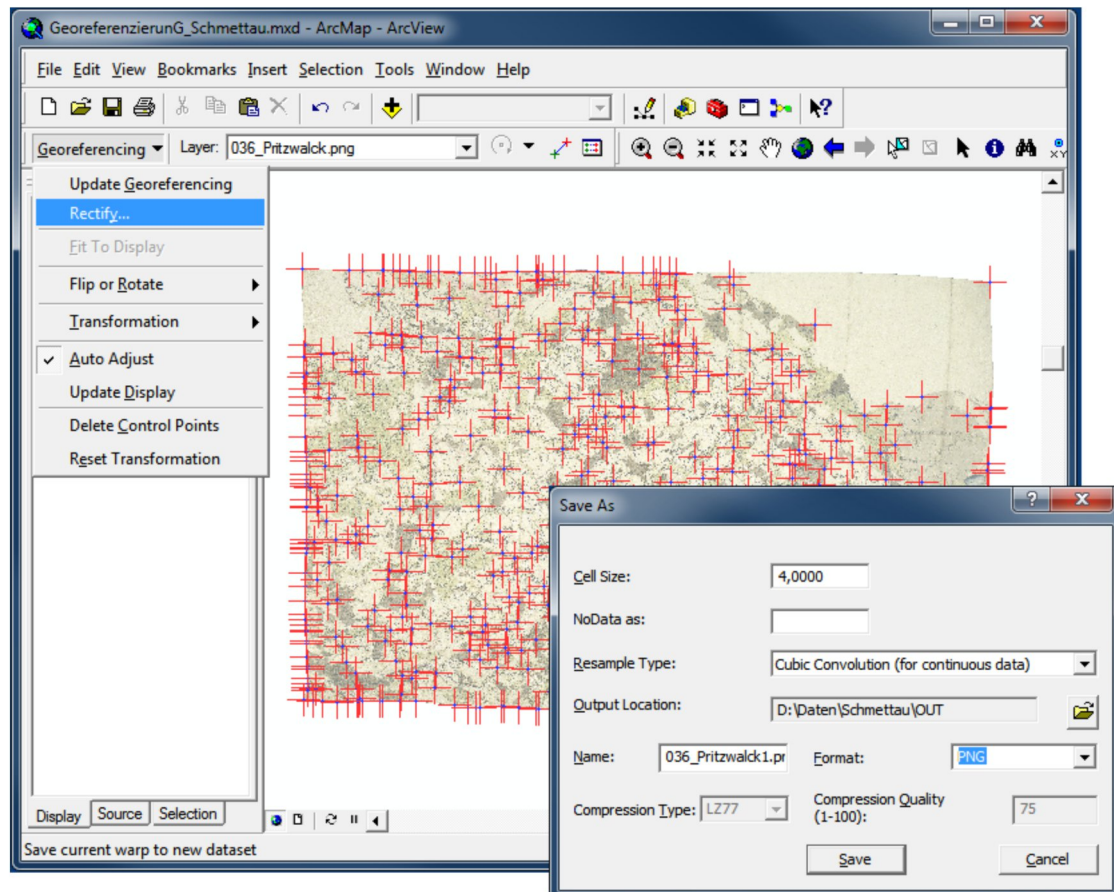


Abbildung 106: Resampling

Der rechenintensive Prozess nahm mehrere Stunden je Kartenblatt in Anspruch.

Die Bilddaten wurden wie folgt abgelegt:

46_Schmettau_Entzerrt:

39 Bilddateien, *<nr>_<name>.png*

39 korrespondierende World-Dateien *<nr>_<name>.pgw*

4.2.5 Farbabgleich

Ein erstes probeweises Zusammenfügen der erzeugten Bilddaten ergab, dass sich die Farbtemperatur der einzelnen Kartenblätter zum Teil merkbar unterscheidet. Ursache hierfür mag sein, dass bereits bei der Erstellung der Originale unterschiedliche Tuschsen verwendet wurden, aber auch die nunmehr fast 250-jährige Lagerung kann zu unterschiedlichen Verblassungen geführt haben. Auch stammen die Kartenblätter aus unterschiedlichen Scanvorgängen (siehe 2.3), so dass sich aus der Scannerkalibrierung ebenfalls unterschiedliche Farbwerte ergeben.

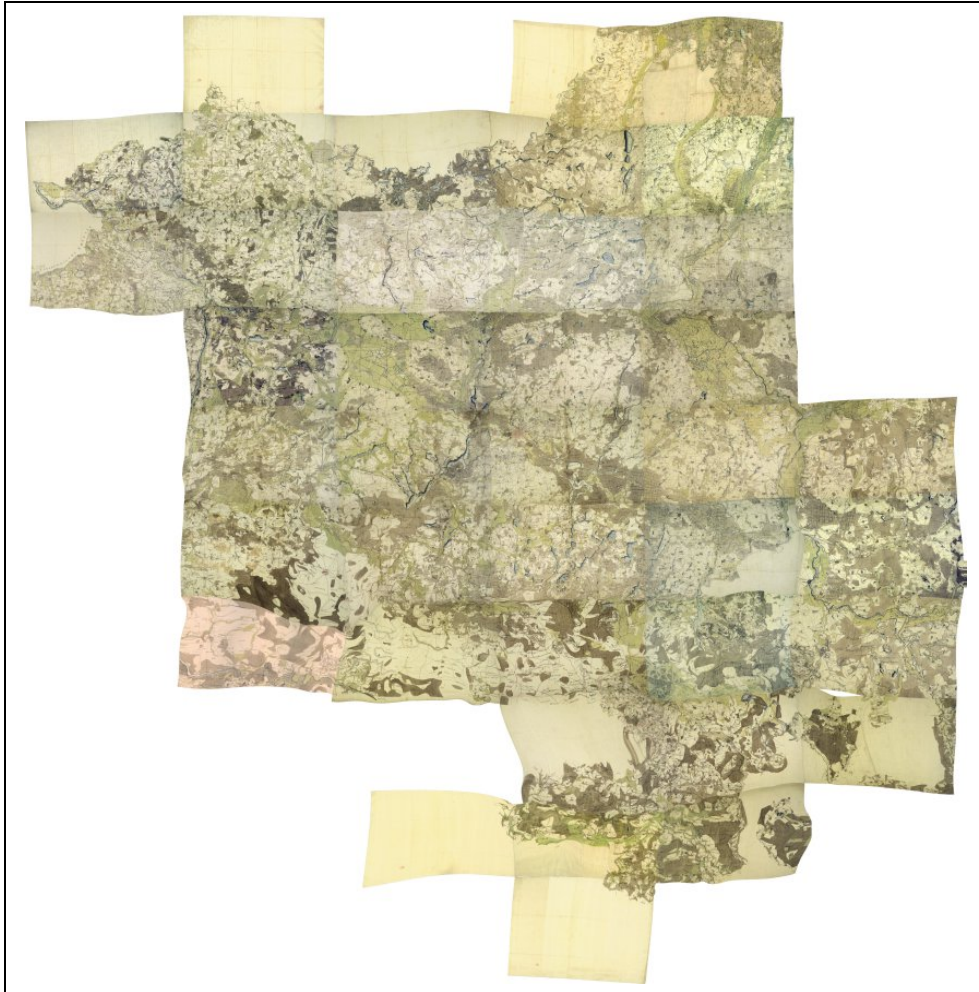


Abbildung 107: Kartenwerk vor dem Farbabgleich

Besonders fallen die Kartenblätter 050_Neuruppin und 051_Liebenwalde durch ihren geringen Kontrast, das Kartenblatt 098_Wittenberg durch den Rotstich auf. Die Kartenblätter wurden mit GIMP in Hinsicht auf Helligkeit, Kontrast, Farbton und Sättigung soweit wie möglich aneinander angepasst.

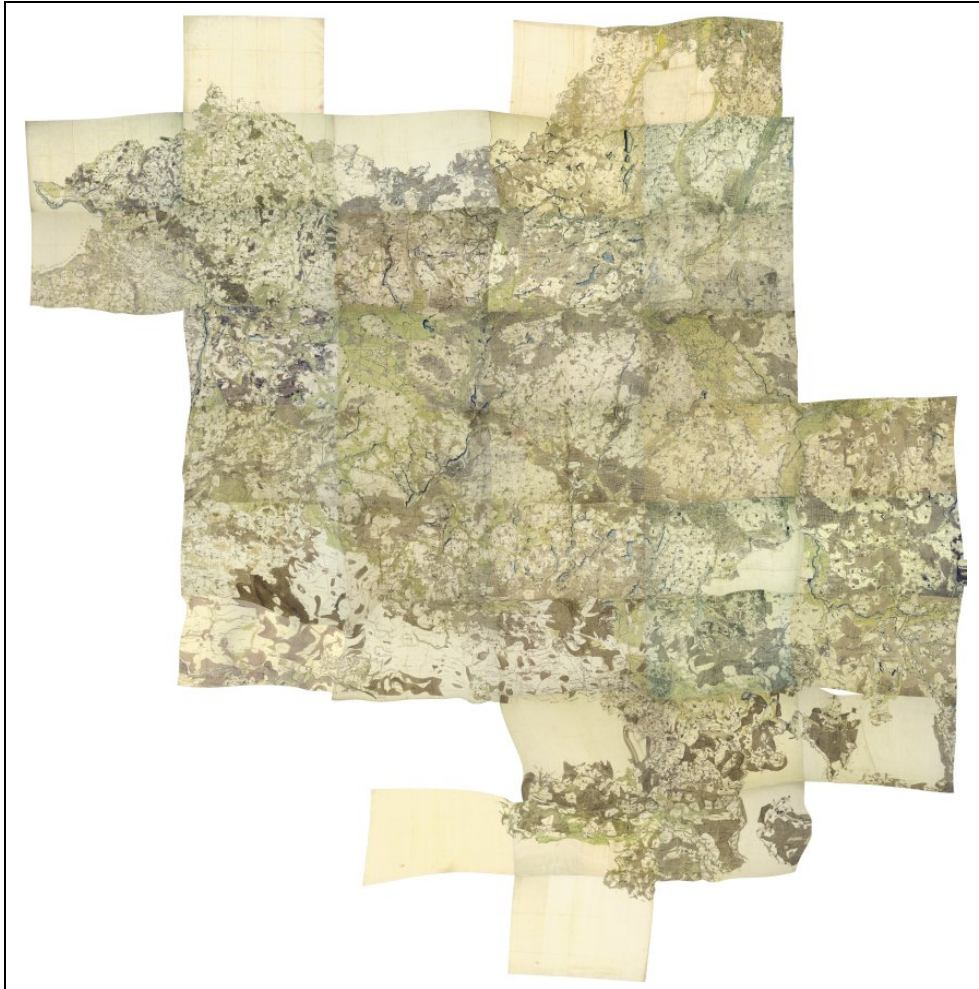


Abbildung 108: Kartenwerk nach dem Farbabgleich

Die abgeglichenen Bilddaten wurden zusätzlich gespeichert.

47_Schmettau_Farbabgleich:

39 Bilddateien, `<nr>_<name>.png`

39 korrespondierende World-Dateien `<nr>_<name>.pgw`

4.2.6 Verschneidung mit Blattschnitt TK25

Die komprimierten Bilddateien haben eine durchschnittliche Größe von 200 MB, im Arbeitsspeicher nehmen haben sie eine durchschnittliche Größe von 350 MB. Dies ist für die tägliche Arbeit mit dem Kartenwerk recht unhandlich, gerade wenn zugleich mit den Bilddaten der Preußischen Landesaufnahme gearbeitet wird. Daher wurde eine Verschneidung mit den Blatträndern der TK50 durchgeführt, als Ergebnis liegt je TK50 ein dementsprechend ausgeschnittener und montierter Teil des Schmettauschen Kartenwerkes vor. Als Quelldaten der Beschneidung wurden die Bilddaten aus der Farbabgleichung (Punkt 4.2.5) verwendet



Abbildung 109: Auf Blattschnitt TK50 beschnittene Schmettau-Blätter

Im Ablagesystem wurden gespeichert:

48_Schmettau_GitterTK50:

95 Bilddateien, L<nr>.png

95 korrespondierende World-Dateien L<nr>.wld

wobei Kartenblätter, die ohne Informationsgehalt erzeugt wurden (Leerflächen unter Schmettau), nicht übergeben wurden.

4.3 Digitalisierung des Schmettau'schen Kartenwerkes

Analog zu der Erfassung der Waldgrenzen der Preußischen Landesaufnahme wurden auch die in dem Schmettau'schen Kartenwerk enthaltenen Informationen bezüglich der Forsten erfasst. Der geschlossene Wald ist bei Schmettau ebenso scharf abgegrenzt, die stärkere Generalisierung ließ die Arbeiten zügiger von Statten gehen.

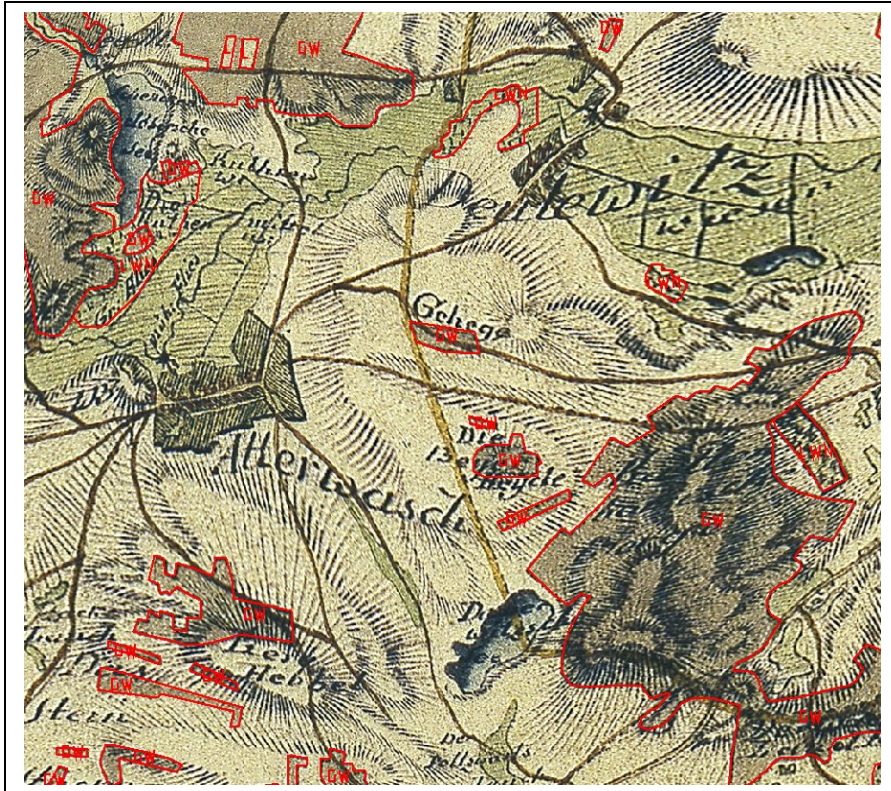


Abbildung 110: Digitalisierung geschlossener Wald

Schwieriger gestaltete sich die Abgrenzung der lichten Wälder, die durch Signaturen bezeichnet sind. Die Waldkanten sind, soweit nicht andere topografische Elemente die Forsten begrenzen, oft nicht scharf abgrenzbar. Nicht immer ist klar, ob eine flächenhafte Ausdehnung des lichten Waldes bestand, oder ob einzelne Waldinseln vorgefunden und dargestellt wurden.

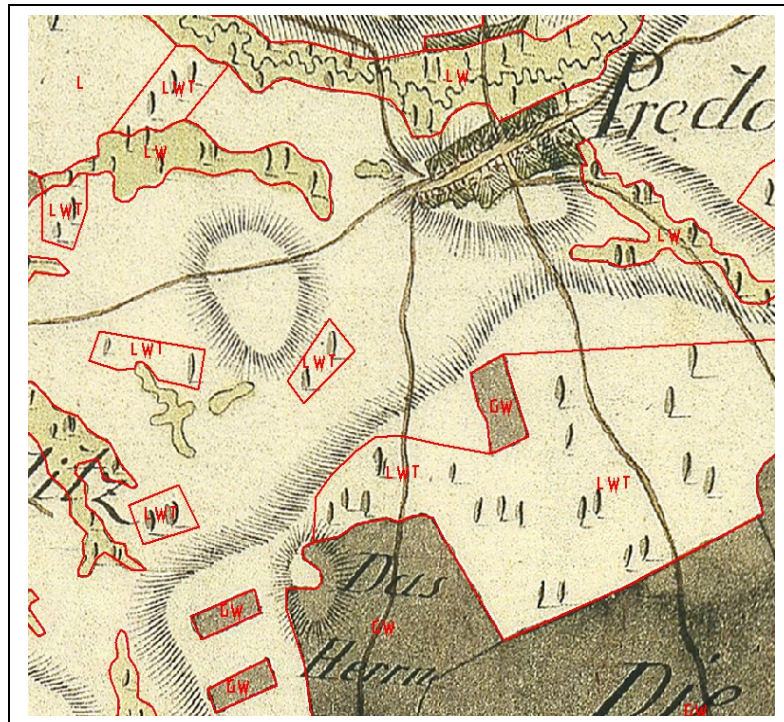


Abbildung 111: Digitalisierung offener Wald

Die Abgrenzung der offenen Wälder erfolgte nach einem über das gesamte Kartenwerk beibehaltenen einheitlichen Schema. Ebenso war nicht zu klären, inwieweit die Gewässer begleitende Baumsignaturen lediglich einen Uferbewuchs darstellen oder ob die gesamte Talauie mit waldähnlichen Strukturen ausgefüllt war. Daher wurden auch diese Darstellungen als Fläche erfasst. Ebenso wurde nicht auf die Erfassung der Alleen verzichtet, auch wenn diese Signaturen keinen Wald im herkömmlichen Sinne kennzeichnen.

Auf eine Anpassung der Digitalisierung auf die vorhandenen Forststrukturen wurde im Gegensatz zur Preußischen Landesaufnahme in Absprache mit dem Auftraggeber verzichtet. Nur selten ist eine Identität auch nur mit annähernder Sicherheit festzustellen, einfach in der Ursache begründet, dass dem Schmettau'sche Kartenwerk einen wesentlich größeren Generalisierungsgrad und eine wesentlich schlechtere Lagegenauigkeit innewohnt. Mit viel Aufwand wären hier nicht nachvollziehbare Aussagen getroffen worden.

Wie schon bei der Erfassung der Preußischen Landesaufnahme wurde der Wald klassifiziert, hier entsprechend der veröffentlichten Legende zu Schmettau². Das Attribut OART wurde entsprechend der folgenden Tabelle gesetzt:

² M. Wulf und J. Gross, Die Schmettau-Schulenburgsche Karte – eine Legende für das Land Brandenburg (Ostdeutschland) mit kritischen Anmerkungen, in Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 175. Jahrgang, Frankfurt am Main, 2004

Bezeichnung	OART	
Geschlossener Wald	1	
Geschlossener Wald auf nassen Standorten	2	
Lichter Wald auf feuchten/nassen Standorten	3	
Lichter Wald auf frischen/feuchten Standorten	4	
Lichter Wald auf trockenen Standorten	5	
Lichter Wald auf sandigen Böden = Heyde bzw. Heide	6	
Heyde bzw. Heide = lichter Wald auf sandigen Böden	7	
Busch: kleine Waldflächen	8	
Wüster Acker	51	
Plantage bzw. Gärten	52	
Wege/Gewässer einseitig bepflanzt	61	
Wege/Gewässer zweiseitig bepflanzt	62	

Während der Erfassung und zum Abschluss wurde die Topologie der erfassten Wald-daten geprüft. Hierzu kam wiederum die FME zum Einsatz. Folgende Kriterien wurden geprüft:

- Überlappungsfreiheit von Forstflächen,
- ungleicher Attributinhalt OART benachbarter Flächen.

Insgesamt wurden 9.140 Flächen erfasst und im Shape-Format übergeben. Die Ausga-bedatenfinden sich im Verzeichnis 51_Schmettau_Forstdaten.

4.4 Genauigkeitsabschätzung

Natürlich erwartet der Leser einer solchen Dokumentation, insbesondere der spätere Nutzer der georeferenzierten Bilddaten eine belastbare Aussage hinsichtlich der Ge-nauigkeit der entzerrten Bilddaten, eine solche abzugeben scheint, obwohl die verwen-deten Methoden genügend statistisches Zahlenmaterial bereitstellen, dem Autor aus den im Folgenden beschriebenen Gründen kaum möglich.

Wie aus der obigen Dokumentation (Seiten 29 - 67) gut erkennbar, widerspiegeln die Angaben zu den Fehlervektoren (maximaler und mittlerer Fehler) nur in geringem Maße die sich beim Überblenden des Schmettau'schen mit dem aktuellen topografi-schen Kartenwerk ergebende gefühlte Genauigkeit der einzelnen Kartenblätter. Die dargestellten Verzerrungsgitter vermitteln schon viel besser ein Bild von den geometri-schen Unzulänglichkeiten, die dem Kartenwerk innewohnen. Aber auch diese reflektie-ren die real auftretenden Widersprüche nur unzureichend. Gerade in den Regionen, in denen identische Objekte nicht gefunden werden konnten, geben die Verformungen der Gitterlinien kein reales Bild der tatsächlichen auftretenden Fehler wieder. Denn der Grund für die nicht herstellbare Identität wird vielfach nicht in veränderter Landschaft, sondern in einer stark verzerrten Darstellung oder auch grob fehlerhaften Kartenauf-nahme zu suchen sein. Erst recht trifft diese Aussage für die Bereiche des Kartenwer-kes zu, in denen auf das Erfassen von Passpunkten verzichtet wurde.

4.4.1 Aus der Historie des Kartenwerkes

Um dem zukünftigen Nutzer eine Wertung des Kartenwerkes zu ermöglichen, sei an dieser Stelle kurz das Werk *Abriss der Kartographie Brandenburgs*³ zitiert, dass die Entstehung des Kartenwerkes ausführlich beschreibt.

In den Jahren 1749/50 führte der Generalfeldmarschall Samuel von Schmettau eine Triangulation durch, mit der er eine Längendistanz auf deutschem Boden bestimmen wollte. Er führte dieses Vorhaben trotz Ablehnung Friedrich II aus und bestimmte eine Dreieckskette ausgehend von Berlin über die Stadt Brandenburg, Magdeburg, den Bro-

³ W. Scharfe, *Abriss der Kartographie Brandenburgs 1771-1821*, Berlin 1972

cken bis nach Kassel. Auch im Osten und Süden des Landes Brandenburg wurden verschiedene Orte in die Dreiecksketten eingeschlossen. Inwieweit die erst 1776 veröffentlichten Ergebnisse in das Schmettau'sche Kartenwerk einfließen sind, ist aber in der Literatur nicht nachgewiesen. Im Ergebnis der durchgeführten Georeferenzierung scheint dies eher unwahrscheinlich, da gerade auf den Kartenblättern des südlichen Brandenburgs erhebliche großräumige Spannungen zu bemerken waren. Aber auch wenn die Ergebnisse der Triangulation benutzt worden sind, hat das Kartenwerk aufgrund der großen Dreiecksmaschen nur wenig an geometrischer Qualität gewonnen. Eine grundlegende Triangulation lässt sich anhand der Ergebnisse der Georeferenzierung eher in der Prignitz vermuten, die Kartenblätter 035_Lentzen und 036_Pritzwalck weisen mit Ausnahme einiger Waldgebiete großräumig relativ geringe Spannungen auf.

In der Zeit der Entstehung des Schmettau'schen Kartenwerkes lag bereits eine große Anzahl großmaßstäber, sogenannter ökonomischer Karten vor, die von Feldmessern zu Besteuerungszwecken, für Neueinteilungen der Forsten, im Zuge von Gemeinheitsteilungen (Separationsverfahren) oder Kolonisationsmaßnahmen angefertigt wurden. Diese Karten hatten in der Regel einen Maßstab von 1:5000 und mit Bussole und Messkette aufgenommen eine Genauigkeit, die den Erwartungen an einem solchen Maßstab entspricht. Die Inselkarten wären damit eine ideale geometrische Grundlage für das Schmettau'sche Kartenwerk gewesen, soweit sie denn flächendeckend vorgelegen und ihre Verkleinerungen montierbar gewesen wären. Dagegen, dass diese Karten im großen Umfange verwendet und detailliert übertragen wurden spricht, dass gerade auch im lokalen Bereich oft große Spannungen zu bemerken sind und dass auf einem Großteil der Schmettau'schen Kartenblätter das Wegenetz nur in groben Zügen, „mit leichter Hand“ eingetragen worden ist. Insbesondere in den großen Forsten, die von Gestellwegen durchzogen sind, treten oft große Widersprüche auf, die bei sachgerechter Übernahme aus großmaßstäbigen Forstkarten nicht hätten entstehen können. Ein direkter Quellenvergleich könnte hier zur Klärung beitragen.

Topografische Neuaufnahmen, die im Zusammenhang mit dem Schmettau'schen Kartenwerk veranlasst wurden, sind für das Gebiet des heutigen Landes Brandenburg lediglich für die Prignitz und für die Uckermark nachweisbar. Für die Prignitz wurde eine Neuvermessung auf Veranlassung des Ministers v.d. Schulenburg-Kehnert in den Jahren 1779 bis 1781 durchgeführt. Für die Uckermark wurde vermutlich ebenso eine topografische Neuaufnahme durchgeführt, deren Originale allerdings nicht mehr verfügbar sind. Scharfe beschreibt als zweifelsfrei in das Schmettau'sche Kartenwerk übernommen zwei weitere Karten, deren Aufnahme auf das Jahr 1781 datiert ist. Eine deckt das Gebiet östlich des Schwielochsees ab, die zweite betrifft das Ordensamt

Schenkendorf südwestlich der Stadt Guben. Beide Regionen sind auf den Kartenblättern 101_Peitz und 102_Guben abweichend vom Durchschnitt des Kartenwerks mit sehr hoher Detaildichte dargestellt, für die sehr intensive örtliche Aufnahmen notwendig gewesen sein müssen. Allerdings sind gerade in diesen Gebieten auch größere Verzerrungen zu bemerken, die durch die inhaltsreiche Darstellung besonders ins Auge fallen. Gerade diese Gebiete sind ein Hinweis darauf, dass selbst damalige topografische Neuaufnahmen noch ohne grundlegende Vermessung ausgeführt wurden, die eine annähernd dem Kartenmaßstab entsprechende geometrische Qualität ermöglicht hätten.

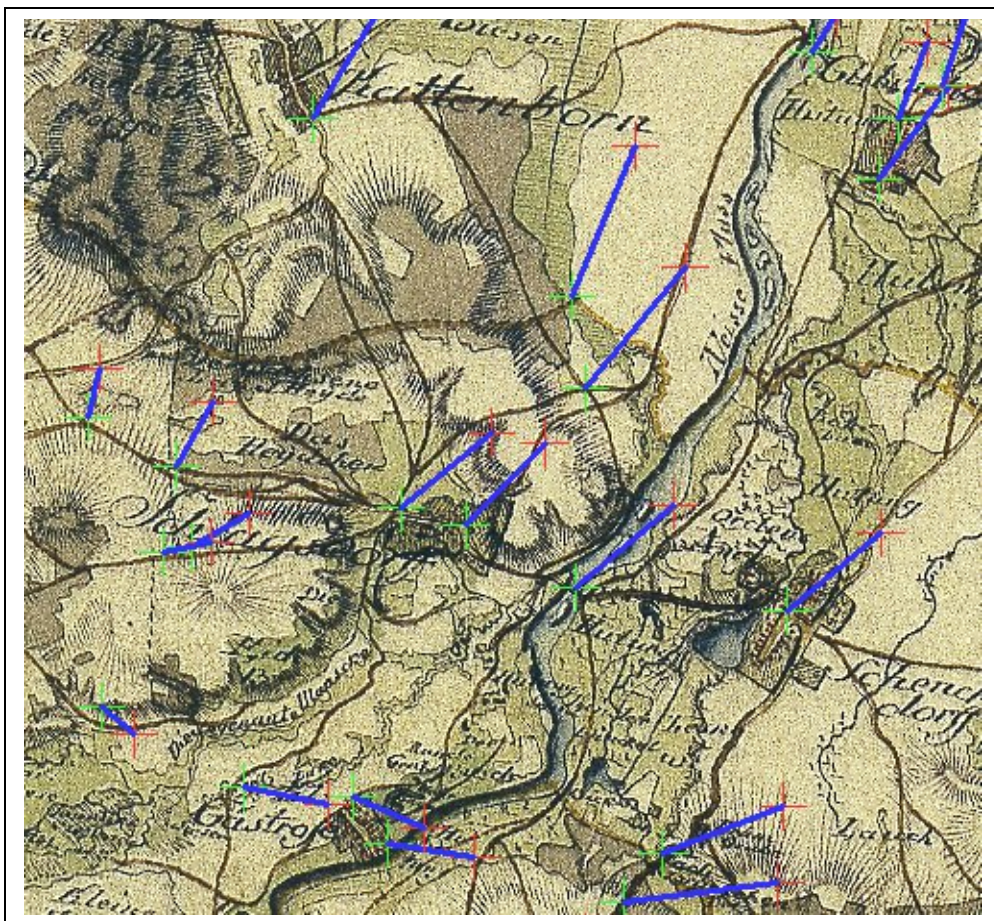


Abbildung 112: Ordensamt Schenkendorf mit Fehlervektoren

Einen Hinweis über die eventuelle Vorgehensweise bei den damaligen topografischen Neuaufnahmen bieten die beiden genannten Kartenblätter, im Gebiet östlich der Schlaube bis zur Oder sind lediglich die Gemarkungsgrenzen, die Ortslagen und das Wege- und Gewässernetz eingetragen. Die landschaftlichen Details fehlen hier fast vollständig, im Widerspruch zu den westlich und südlich angrenzenden Bereichen. Eventuell ist dies das Ergebnis einer, wenn auch nur groben Übernahme aus Kameralvermessungen, das als Grundlage zur topografischen Detailaufnahme dienen

sollte, die dann für das damals unter sächsischer Hoheit stehende Gebiet nicht vollzogen wurde.

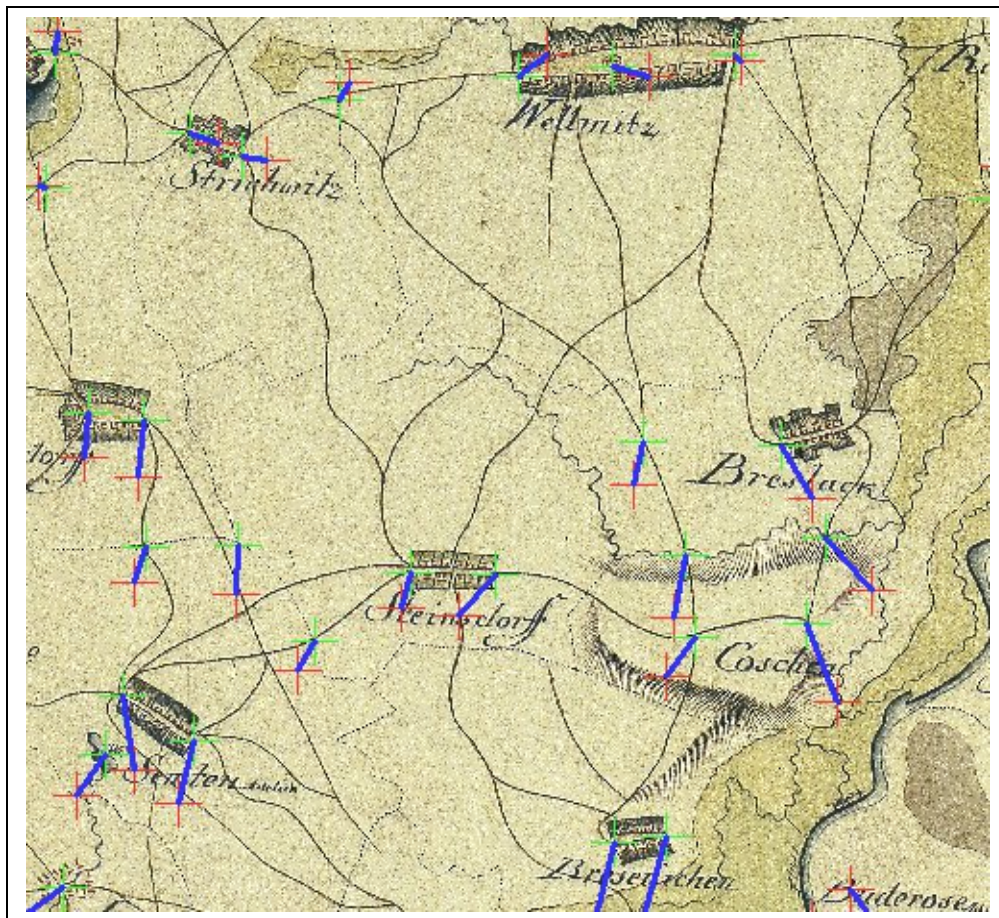


Abbildung 113: nicht fertiggestellter Bereich nördlich von Guben

Bemerkenswert ist, dass hier, wo lediglich die Grundlagen der Detailaufnahme niedergelegt sind, bereits die Abweichungen gegenüber der wahren Lage ähnlich groß sind, wie in den benachbarten, sehr differenziert dargestellten Bereichen. In welcher Bedrängnis muss sich der aufnehmende Offizier befunden haben, in dieser Grundlage die örtlich vorgefundenen Details einzutragen! Welche Schwierigkeiten müssen sich erst bei dem Zusammenfügen der einzelnen Aufnahmepartien zum Gesamtwerk ergeben haben! Eventuell führten die bei der Erstellung und Nutzung des Schmettau'schen Kartenwerkes erfahrenen Schwierigkeiten zu der in K. Deckers Werk *Das militärische Aufnehmen...*⁴ bereits 1815 niedergelegten Feststellung, dass sich ein das Landesgebiet umfassendes Kartenwerk nicht ohne ein engmaschiges trigonometrisches Grundlagennetz in der erforderlichen geometrischen Qualität erstellen lässt. K. v. Müffling beschreibt in der *Instruction für die topographischen Arbeiten*⁵ sehr detailliert, in welcher Form die trigonometrische Vernetzung durchzuführen ist.

4 K. Decker, *Das militärische Aufnehmen oder vollständiger Unterricht in der Kunst, Gegenden sowohl regelmäßig als nach dem Augenmaße, aufzunehmen*, Berlin 1815

5 K. v. Müffling, *Instruction für die topographischen Arbeiten des Königlich Preußischen Generalstabes*, Berlin 1821
Dipl.- Ing. Jörg Schröder

Große, auf den südlichen Kartenblättern dargestellte Bereiche des damals unter sächsischer Hoheit stehenden Flämings und der Niederlausitz sind abweichend von der üblichen Darstellung nur sehr dürftig mit Topografie belegt. Es fehlen ganze Ortslagen, vom Wegenetz sind nur die Hauptverbindungen dargestellt. Die Waldflächen sind sehr stark generalisiert, entsprechen in ihrem Umriss der Darstellung von damaligen Landeskarten, wo die Darstellung von Wald eher ausschmückenden Charakter besitzt.



Abb. 114: Schmettau



Abb. 115: Charte von Teutschland 1819

Dem Schmettau'schen Kartenwerk können in diesen Regionen tatsächlich nur kleinmaßstäbige Landeskarten als Grundlage gedient haben. Die großen Spannungen, die bei der Georeferenzierung zu bemerken waren, bestätigen diese Annahme.

Den kurzen historischen Abriss zusammenfassend ist festzustellen, dass zumindest bei dem hier bearbeiteten Teil des Schmettau'schen Kartenwerkes die geometrische Grundlage weitestgehend fehlt. Das größtenteils in einem einheitlichen Duktus präsentierte Kartenwerk darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass es aus unterschiedlichsten, damals verfügbaren Kartengrundlagen zusammengestellt ist. Die geometrische Qualität und damit die Sicherheit der Darstellung variiert stark, sehr deutlich ist ein Nord-Süd-Gefälle in der Beschaffenheit des Kartenwerkes zu bemerken. In etwa südlich der Linie Belzig - Guben ist das Kartenwerk mit so starken Mängeln behaftet, dass Aussagen zur historischen Landnutzung nur mit großer Unsicherheit zu treffen sind.

4.4.2 Analyse mit MapAnalyst

Als Standardwerkzeug für die Analyse historischer Karten hat sich inzwischen die eigens für diese Problematik entwickelte Software MapAnalyst etabliert. Leider sind die unter ArcGis erzeugten Passpunktdateien nicht ohne weiteres unter MapAnalyst zu verwenden, eine Umformatierung der Daten ist notwendig. Probeweise wurde dies für das Kartenblatt 065_Freienwalde durchgeführt, die Ergebnisse sollen in den folgenden Abbildungen dargestellt werden.

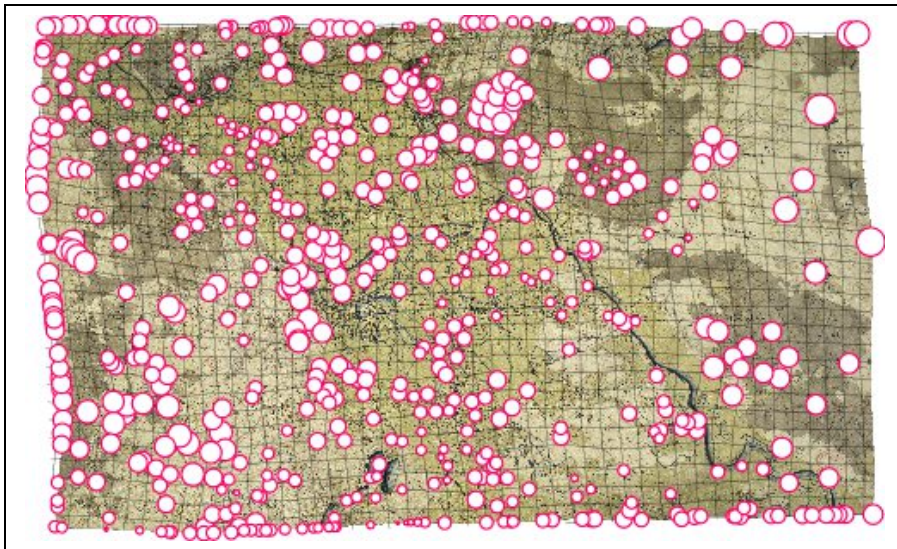


Abbildung 116: Restklaffen als Kreise

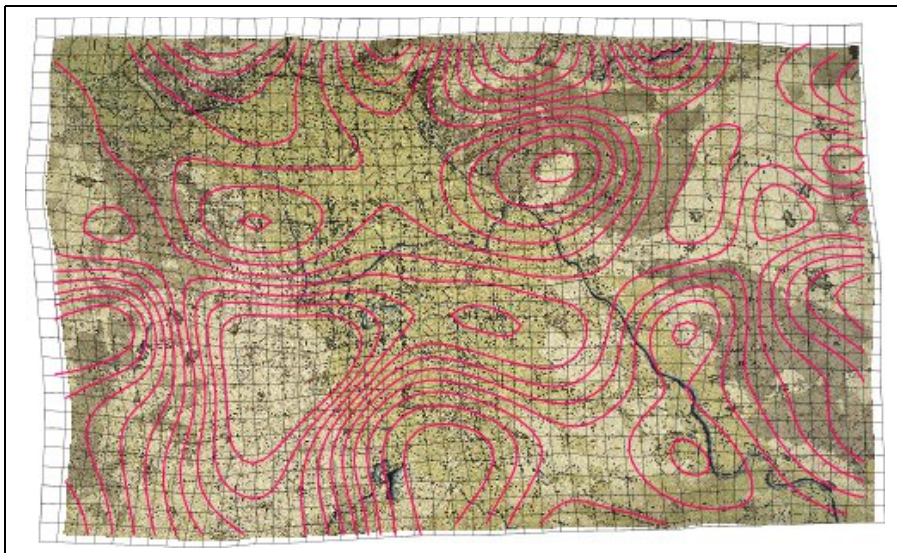


Abbildung 117: Isolinien gleichen Maßstabes

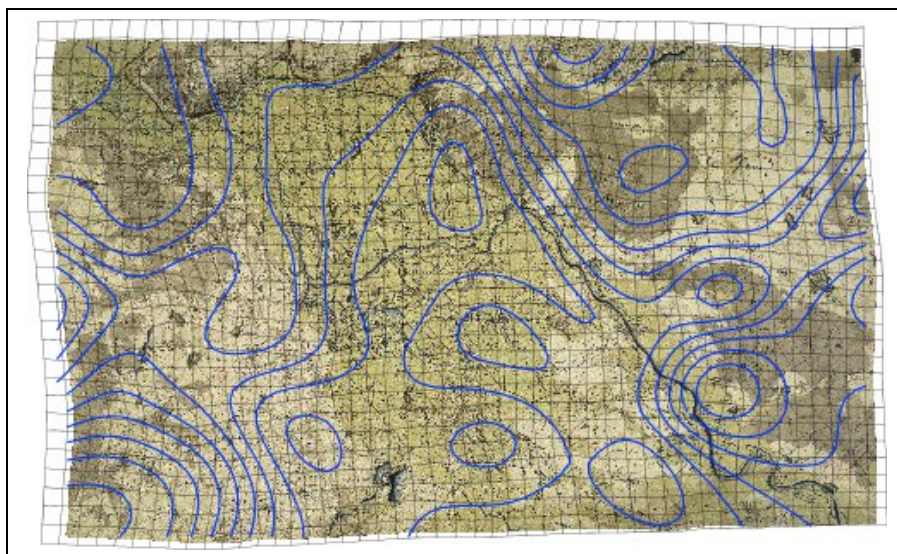


Abbildung 118: Isolinien gleicher Verdrehung

Da die hier vorgestellten Visualisierungen zwar sehr anschaulich sind, aber nicht wesentlich mehr Informationsgehalt als die unter 4.2.3 für jedes einzelne Kartenblatt dargestellten Verzerrungsgitter bieten, wurde, die Umformung der Passpunktdateien hätte einigen Mehraufwand bedeutet, auf eine weitere Bearbeitung mit MapAnalyst verzichtet. Bei Bedarf kann dies nachgeholt werden.

4.4.3 Statistische Daten

Da sich doch viel stärker als erhofft eine Nachnutzung des entzerrten Schmettau'schen Kartenwerkes durch verschiedenste Fachbereiche abzeichnet, ist es unerlässlich, dem zukünftigen Bearbeiter Hinweise zu der erreichten Genauigkeit zu geben. Aus diesem Grunde wurden die sich aus der Gesamtausgleichung (siehe 4.2.3) ergebenden statistischen Angaben grafisch aufbereitet und als georeferenzierte Bilddaten ausgegeben.

Die flächenhaften Ausgaben wurden auf die Bereiche begrenzt, die tatsächlich auch flächenhaft mit Passpunkten belegt sind. Die Bereiche, die nur mit einer Auswahl von Passpunkten grob georeferenziert wurden, sind hierbei ausgeschnitten worden, da die Angaben ein verfälschtes, zu positives Bild vermitteln würden. Betroffen sind die Flächen außerhalb des heutigen Landes Brandenburg und die Flächen im südwestlichen Brandenburg, die aufgrund der starken Kartenbildverzerrungen nur mit ausgewählten Passpunkten belegt worden sind.

Zur Darstellung der statistischen Werte wurden die Ampelfarben nach folgenden Schema benutzt: Grün = Gut, Gelb = Mittel, Rot = Schlecht. Auf die Angabe der Zahlenwerte wurde bewusst verzichtet, da sie aufgrund der Vermischung der unterschiedlichen Einflussgrößen nicht ein reales Abbild der Wirklichkeit wiedergeben.

Zur besseren Verdeutlichung der Lage wurden die folgenden Bilder mit den Kreis- und Landesgrenzen überblendet.

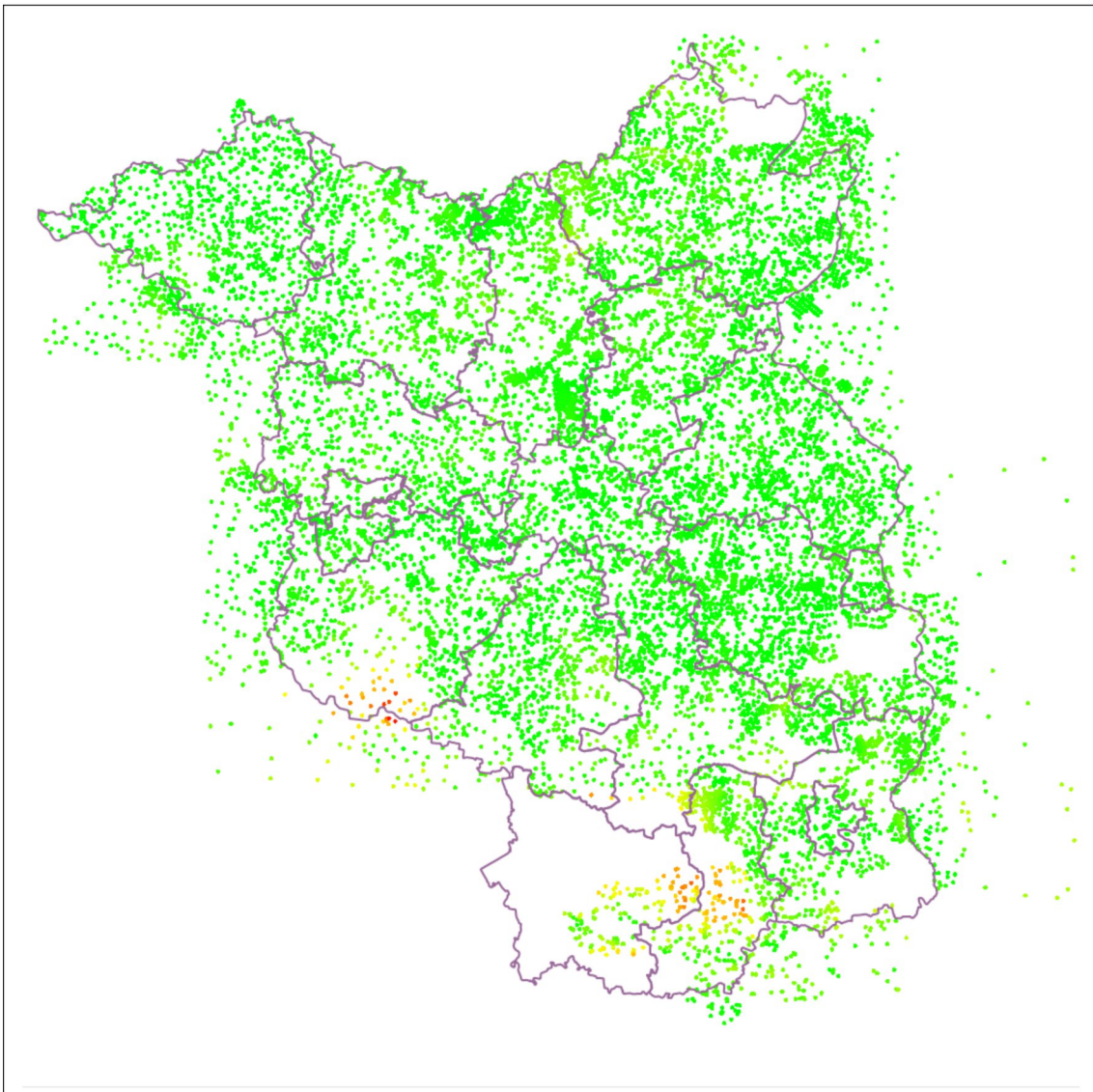


Abbildung 119: Passpunkte, Einfärbung nach Größe der Restklaffen

In Abbildung 119 sind alle erfassten Passpunkte mit ihren Restklaffen aufgeführt. Als besonders positiv sind die Flächen zu bewerten, die besonders dicht mit Passpunkten belegt sind, deren Restklaffen sich im positiven Bereich (Grün) bewegen. Als schlechter sind die Gebiete mit rot eingefärbten Passpunkten zu bewerten. Allerdings sind die hier präsentierten Restklaffen ein Ausdruck von globalen Spannungen, die, soweit sie sich großflächig gleichartig ausbilden, durch die Entzerrung aufgelöst werden können.

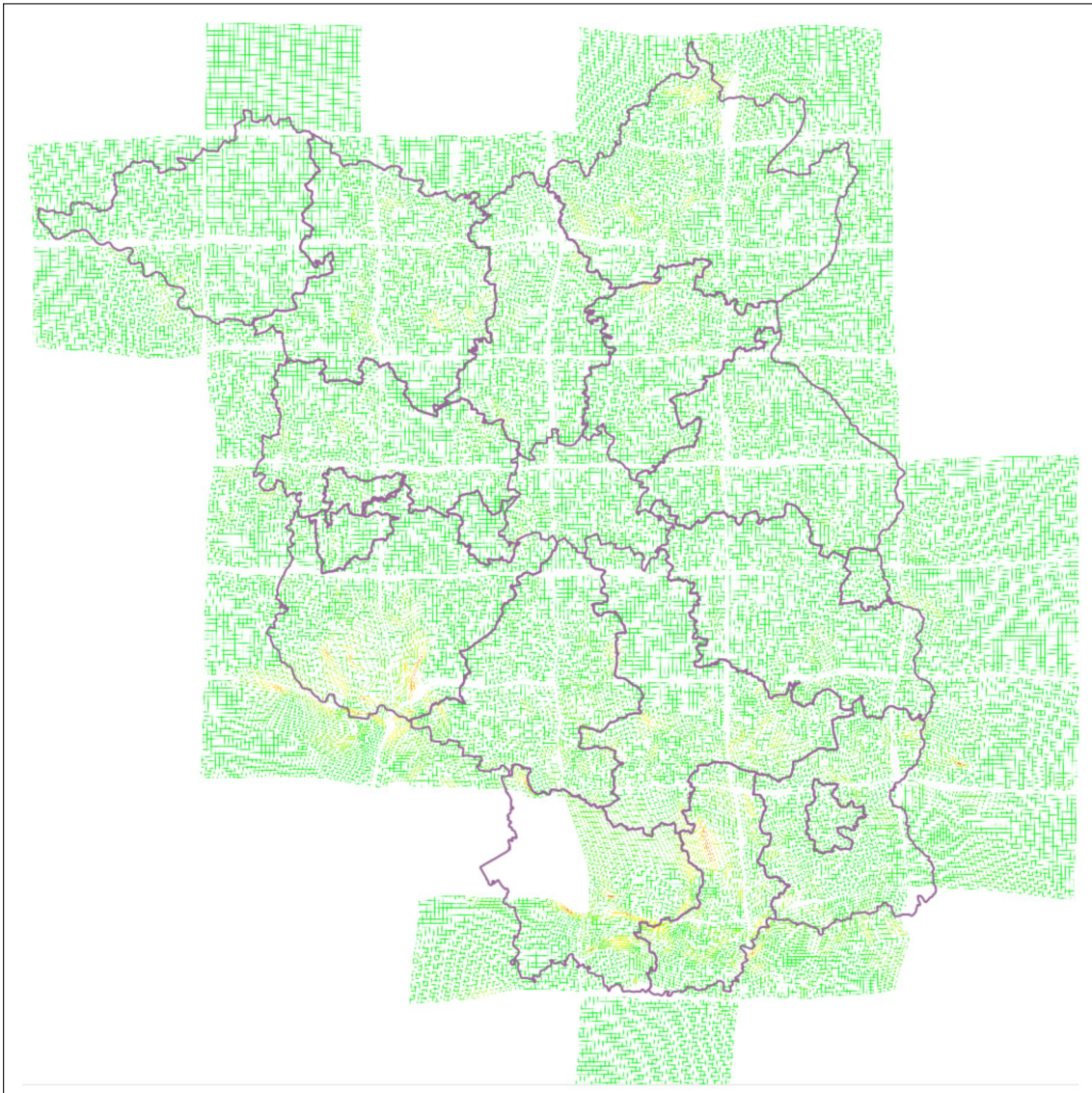


Abbildung 120: Gitter, Einfärbung nach Größe der Maßstabsänderung

Für die Abbildung 120 wurde das bei der Gesamtausgleichung mitgeführte Gitter aufgetragen. Die Farben drücken die Maßstabsänderung der einzelnen Gittermaschen aus. Sie präsentieren somit gut die innere Genauigkeit der Karte. Dort, wo das Gitter in Richtung Rot eingefärbt ist, treten starke lokale Verzerrungen auf, die sich auch stark auf das Kartenbild auswirken.

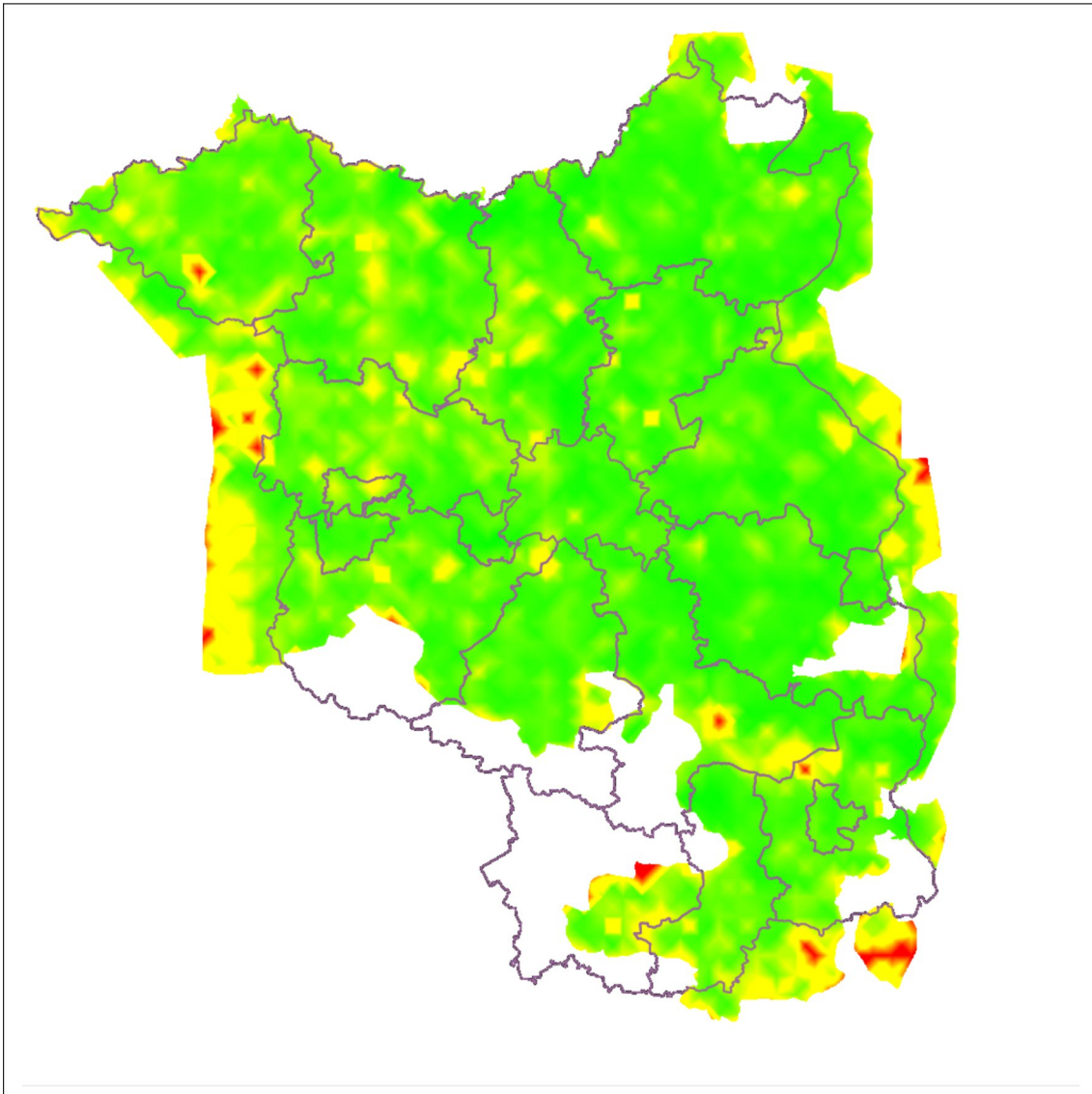


Abbildung 121: Passpunktdichte

In Abbildung 121 wird die Anzahl der Passpunkte je Flächeneinheit repräsentiert. In Zusammenspiel mit Abbildung 122 sind die Bereiche als positiv zu bewerten, die hier eine hohe Passpunktdichte (Grün) und in Abbildung 122 geringe Restklaffen aufweisen. Problematischer sind hier Gelb eingefärbte Flächen, bei denen die Sicherheit der korrekten Lagerung des Kartenbildes sinkt. Besonders problematisch sind Rot eingefärbte Gebiete immer dann, wenn diese im Schmettau'schen Kartenbild sehr differenziert ausgeprägt sind. Die Georeferenzierung und Entzerrung ist dann mit großer Unsicherheit behaftet, hier deutlich werdend im Unter- und Oberspreewald.

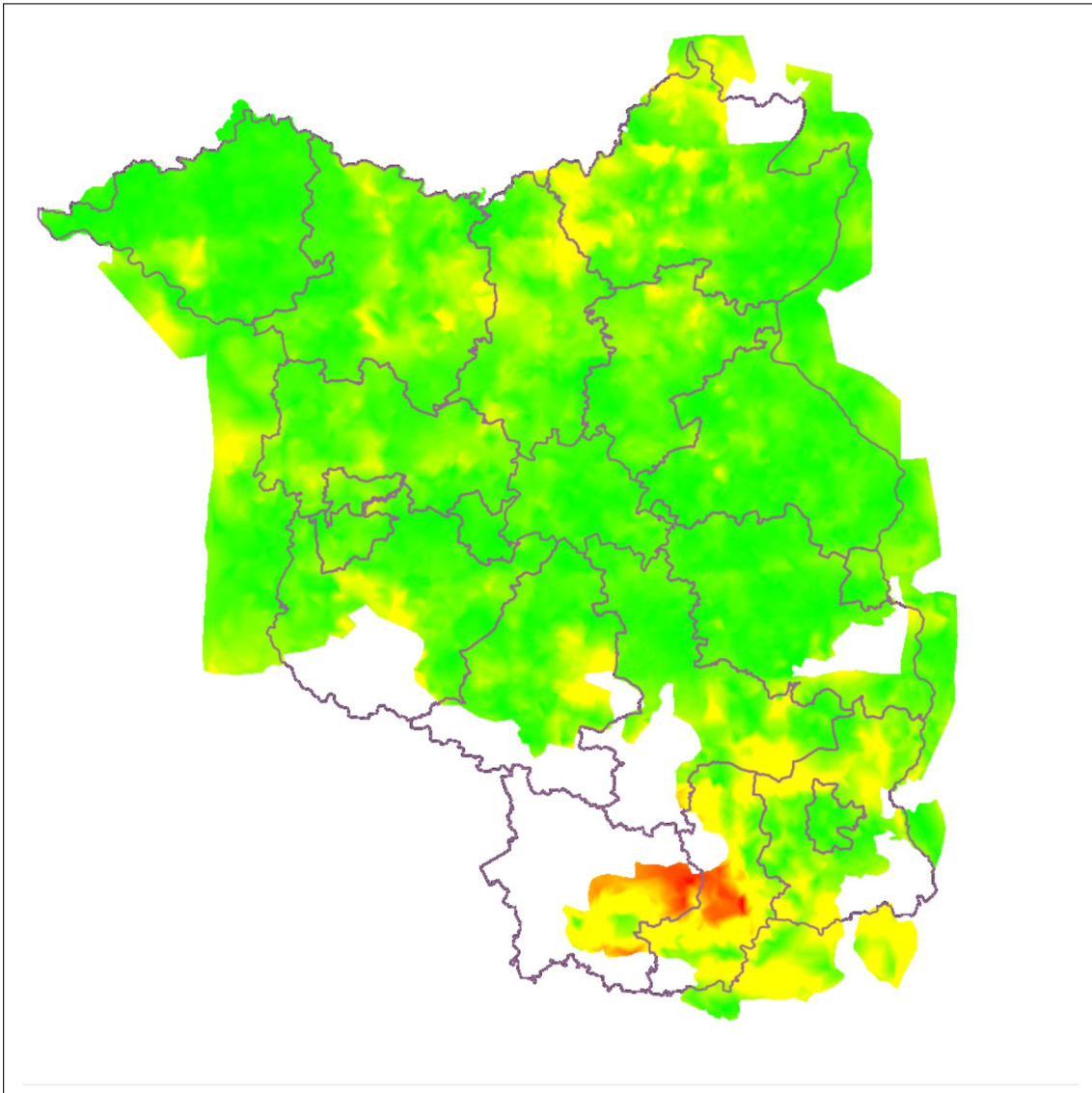


Abbildung 122: Restklaffen

Für die Abbildung 122 sind die Restklaffen der Passpunkte (Abbildung 119) in die Fläche übertragen worden. Deutlich zeichnen sich die Gebiete im südlichen, zu Zeiten Schmettaus unter sächsischer Hoheit stehenden Landesgebiet aus. Auch im Norden sind Gebiete mit größeren globalen Spannungen zu bemerken, in etwa das Gebiet um die Stadt Neuruppin und das Rheinsberger Seengebiet.

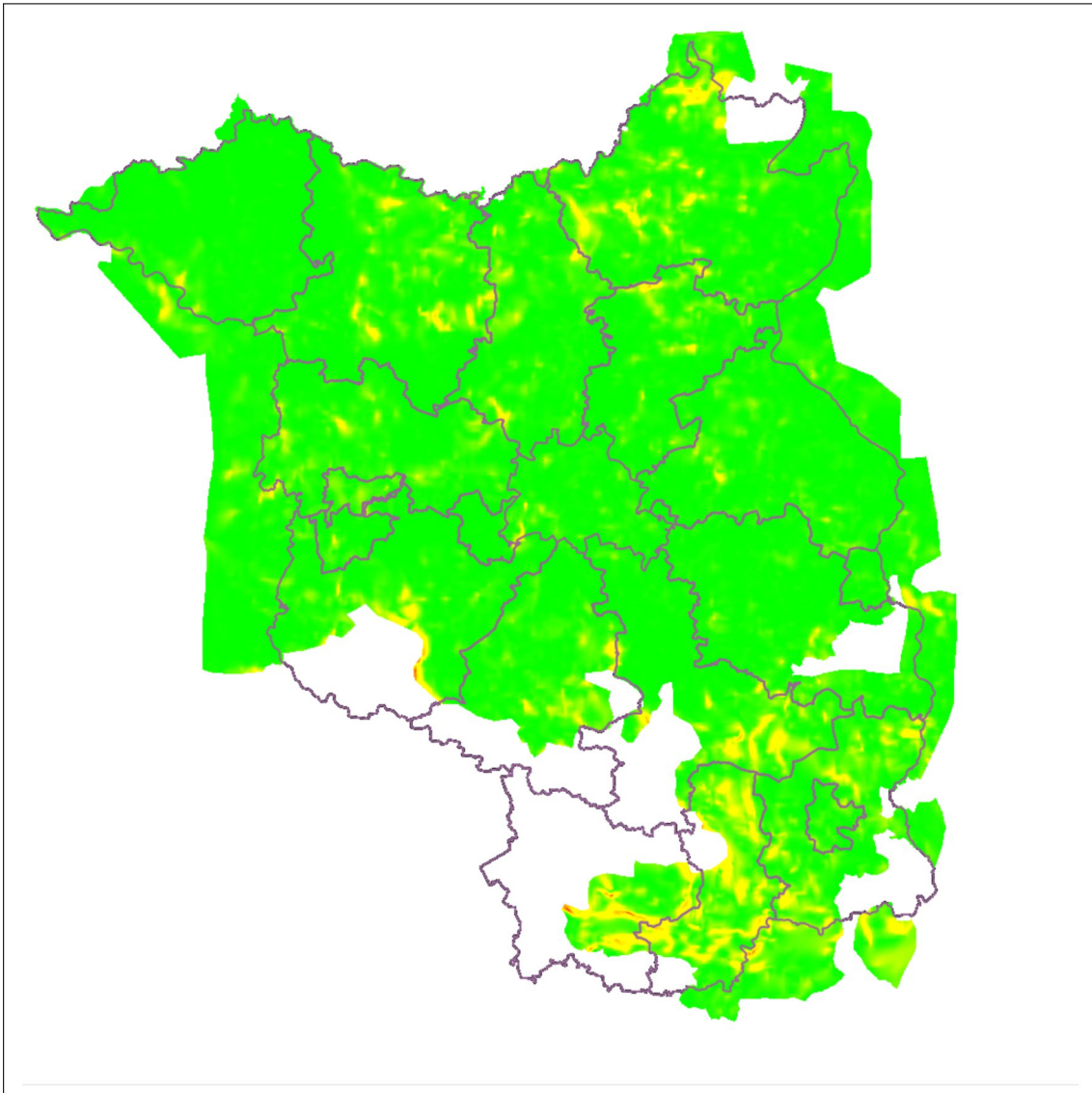


Abbildung 123: Verformung

Für die Darstellung in Abbildung 123 wurden die Maßstäbe der Gittermaschen aus Abbildung 120 in die Fläche übertragen. Hier Gelb und Rot eingefärbte Flächen weisen große Spannungen in der inneren Geometrie auf. Dort, wo linienhafte Verfärbungen zu verzeichnen sind, kann vermutet werden, dass hier Nahtstellen verschiedener Quellkarten vorliegen.

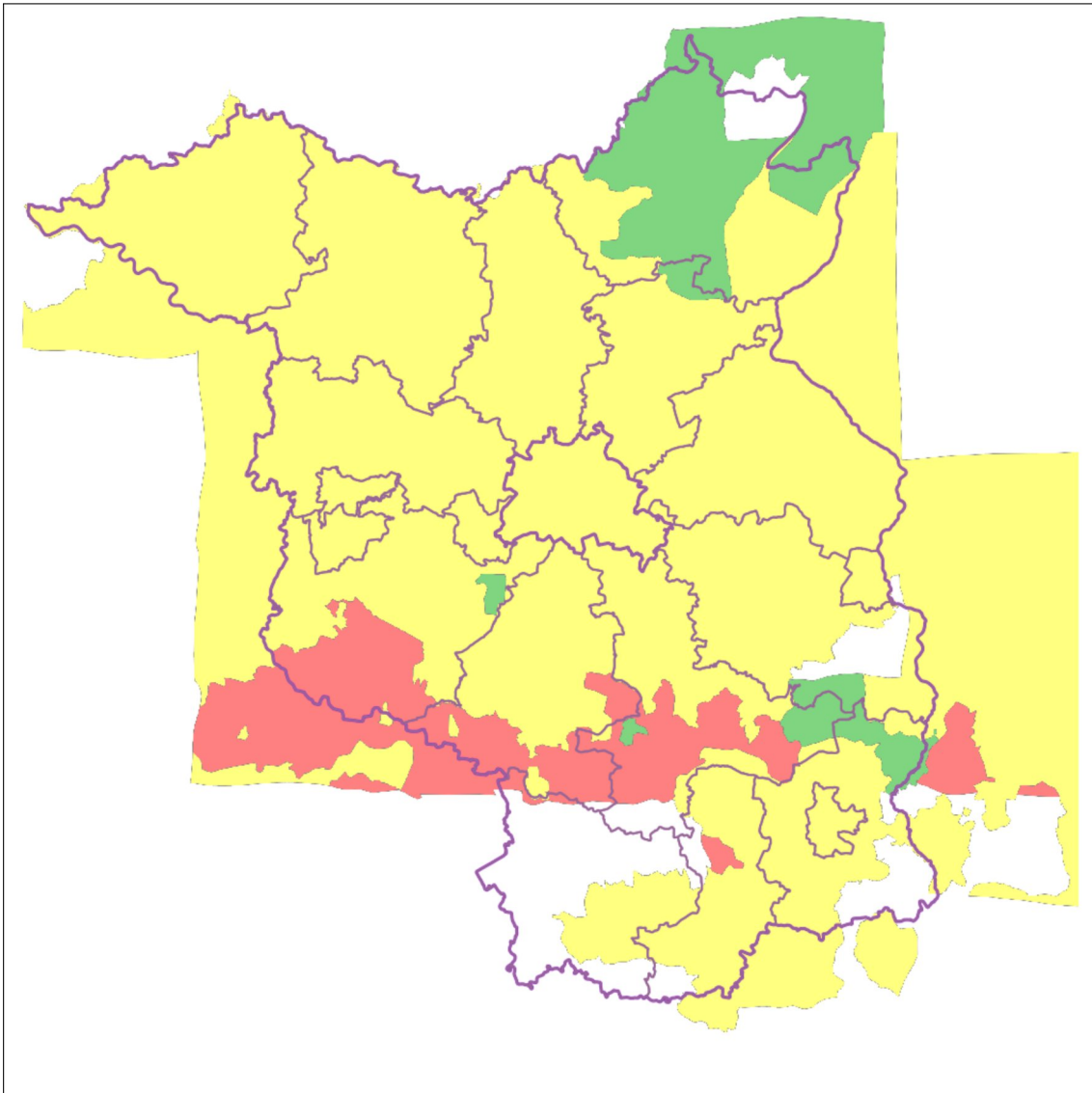


Abbildung 124: Darstellungstiefe

In Abbildung 124 werden die Darstellungstiefen des Kartenwerkes präsentiert. Gelb bedeutet hier die durchschnittliche Darstellungsdichte, in der der große Teil des Kartenwerkes ausgeführt ist. Grün dargestellte Flächen besitzen eine markant dichtere Darstellungstiefe, rote Flächen werden in stark generalisierter Form präsentiert.

Die hier dargestellten Inhalte wurden zusätzlich als Vektordatensatz zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 5).

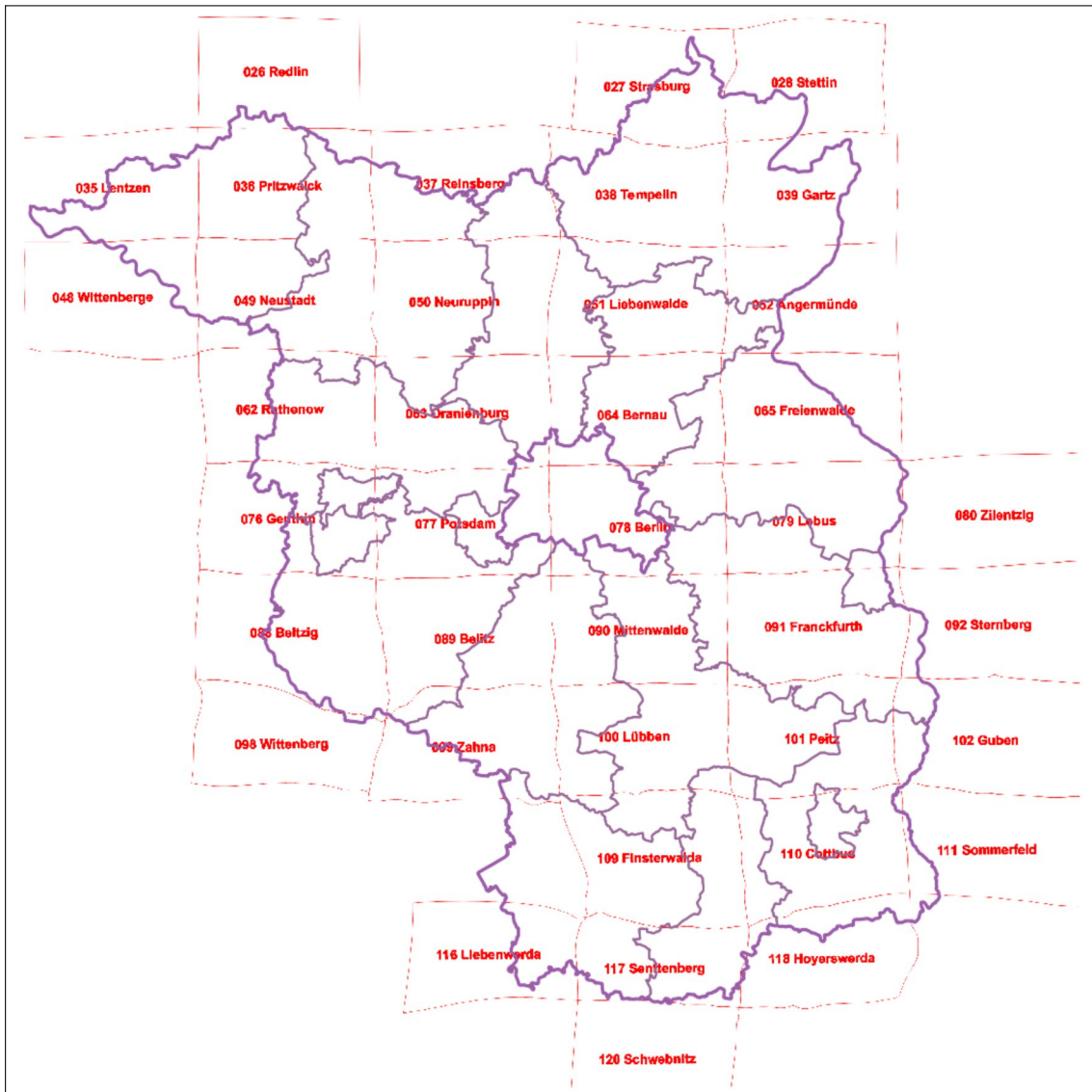


Abbildung 125: Blattnamen

Letztendlich wurde eine Bilddatei mit den Kartenrahmen und den Blattnamen erzeugt. Die Kartenrahmen wurden zusätzlich als Vektordatensatz zur Verfügung gestellt (siehe Kapitel 5).

Die georeferenzierten Bilddaten wurden abgelegt unter

49_Schmettau_Statistiken:

7 Bilddateien,

7 korrespondierende World-Dateien

5 Metadaten

Die Erzeugung von Metadaten waren nicht Bestandteil der Projektausschreibung. Diese nach der INSPIRE-Richtlinie vorgeschriebenen und auch zweifellos notwendigen Datensätze werden entsprechend dem Brandenburgischen Profil der ISO 19115/19119 auf dem Zielsystem durch den Landesbetrieb Forst Brandenburg nach Projektabschluss erzeugt und zur Verfügung gestellt.

Da bei der zukünftigen Interpretation der in diesem Projekt erzeugten Bild- und Vektordaten der Preußischen Landesaufnahme auch die Aktualität der Quellkarten von Interesse sein dürfte, sollen diese zusätzlich zur Verfügung gestellt werden. Es wurde der Layer UE_PLA mit den Blattrahmen erzeugt, die Features enthalten die Attribute:

NR	= Blattnummer
NAME	= Blattname
AUFNAHME	= Jahrgang der Kartenaufnahme
HERAUSGABE	= Jahrgang der Herausgabe

Zusätzlich zu den Flächen wurde für die bearbeiteten Kartenblätter der Preußische Landesaufnahme eine Excel-Tabelle mit identischem Inhalt erzeugt.

Für das Schmettau'sche Kartenwerk wurde ebenfalls ein Layer UE_SCHMETTAU mit den Blattrahmen erzeugt (siehe auch Seite 92), die Attribute lauten:

NR	= Blattnummer der TK25
NAME	= Blattname

Weiterhin wurde der Layer DK_SCHMETTAU erzeugt, der die verschiedenen Detaillierungsgrade des Schmettau'schen Kartenwerkes abbildet (siehe auch Seite 91). Das Attribut einzige Attribut KLASSE der Flächenfeatures hat folgenden Inhalt:

0	= Keine Darstellung
1	= Geringe Darstellungsdichte
2	= Durchschnittliche Darstellungsdichte
3	= Hohe Darstellungsdichte

Exakte Aktualitätsstände der einzelnen Schmettau'schen Kartenblätter waren nicht zu ermitteln.

Zu Schmettau wurde zusätzlich der Layer ER_SCHMETTAU angelegt, der Flächenfeatures enthält, die grobe Lagefehler in den Detailstufen 2 und 3 markieren. An diesen Stellen wurde keine oder nicht abschließend die Entzerrung durchgeführt, da das Kartenbild unleserlich würde. Für die Features wurden keine Attribute angelegt.

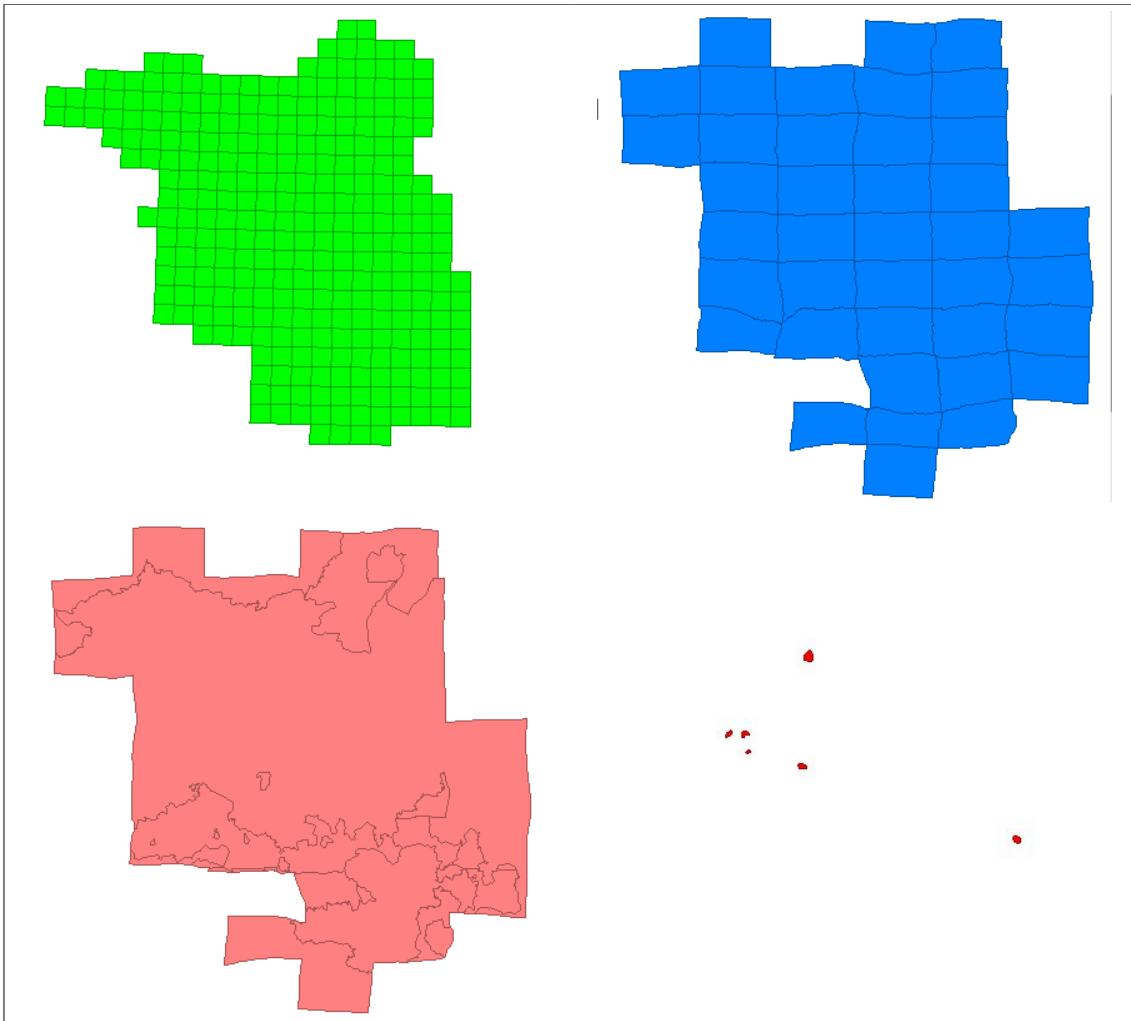


Abbildung 126: Metadaten

Die auf die Kartenblätter bezogenen Metadaten wurden abgelegt unter

98_Metadaten:

4 Shape-Dateien, SHP

1 Excel-Datei, XLS

6 Abgabe

Die vollständigen Daten wurden dem Landesbetrieb Forst Brandenburg nach Lieferung der vereinbarten Zwischenstände abschließend termingerecht zum 13. Februar 2012 auf Festplatte übergeben. Der Inhalt soll hier nochmals dokumentiert werden:

11_PreußischeLA_Entzerrt: entzerrte georeferenzierte Bilddaten der PLA

- 291 Bilddateien, TIFF+TFW, 7,3 GB

12_SächsischeLA_Entzerrt: entzerrte georeferenzierte Bilddaten der SLA

- 7 Bilddateien, TIFF+TFW, 171 MB

13_PreußischeLA_Gitter: entzerrte beschnittene georeferenzierte Bilddaten der PLA

- 291 Bilddateien, TIFF+TFW, 7,0 GB

14_SächsischeLA_Gitter: entzerrte beschnittene georeferenzierte Bilddaten der SLA

- 7 Bilddateien, TIFF+TFW, 150 MB

15_PreußischeLA_Trafo: Passpunktnachweis der PLA+SLA

- 291 Textdateien, PRN, 2,1 MB

21_PreußischeLA_Forstdaten: Vektordaten PLA

- 1 Datei, SHP, 20,6 MB

31_Schmettau_Montage: beschnittene montierte Bilddaten Schmettau

- 39 Bilddateien, PNG, 7,4 GB

41_Schmettau_Passpunkte: Passpunkte der Georeferenzierung Schmettau

- 39 Textdateien, TXT, 0,7 MB

42_Schmettau_Randpunkte: Randpunkte der Georeferenzierung Schmettau

- 39 Textdateien, TXT, 0,3 MB

43_Schmettau_Randanpassung: Pass- und Randpunkte nach Ausgleichung

- 39 Textdateien, TXT, 0,7 MB

44_Schmettau_Korrekturen: Pass- und Randpunkte nach Korrekturen

- 15 Textdateien, TXT, 0,4 MB

45_Schmettau_Randbeschneidung: Kartenblatt vor Beschneidung

- 1 Bilddatei, PNG+PGW, 256 MB

46_Schmettau_Entzerrt: entzerrte georeferenzierte Bilddaten Schmettau

- 39 Bilddateien, PNG+PGW, 7,3 GB

47_Schmettau_Farbabgleich: farbabgeglichene Bilddaten Schmettau

- 39 Bilddateien, PNG+PGW, 7,3 GB

48_Schmettau_GitterTK50: auf Gitter TK50 beschnittene Bilddaten Schmettau

- 95 Bilddateien, PNG+WLD, 6,3 GB

49_Schmettau_Statistiken: Statistiken zur Georeferenzierung

- 7 Bilddateien, PNG+PGW, 9,8 MB

51_Schmettau_Forstdaten: Vektordaten Schmettau

- 1 Datei, SHP, 10,7 MB

98_Metadaten: Metadaten zu den Kartenblättern der PLA und Schmettau

- 4 Dateien, SHP, 0,3 MB
- 1 Datei, XLS, 37 KB

99_Informationen: Legenden, Projektvorstellung, Projektbericht

-

Der gesamte Datensatz umfasst 43 GigaByte.

7 Zusammenfassung

7.1 Die Daten der Preußischen Landesaufnahme

Mit Abschluss des Projektes liegt mit den Digitalisierungsergebnissen der Preußischen Neuaufnahme 1877-1915 erstmals ein für das Land Brandenburg flächendeckender historischer Nachweis der Forstflächen vor. Aus der einheitlich guten Qualität der Vorlagen resultiert ein Datensatz, der bezüglich Inhalt und Lagegenauigkeit in etwa der modernen Forstübersichtskarte entspricht. Aufgrund der durchgeführten Lageanpassung an die aktuelle Forstgrundkarte ist ein direkter Vergleich der historischen mit den heutigen Waldkanten auch numerisch möglich, nur bei fließenden Übergängen des Waldes in die Offenlandschaft ist die Aussage der Identität mit einem, wenn auch geringem Interpretationsspielraum verbunden. Die ergänzend zur Aufgabenstellung anhand der Legende PLA (Seite 12) durchgeführte Attributierung der Flächen wertet den erzeugten Datensatz zusätzlich auf.

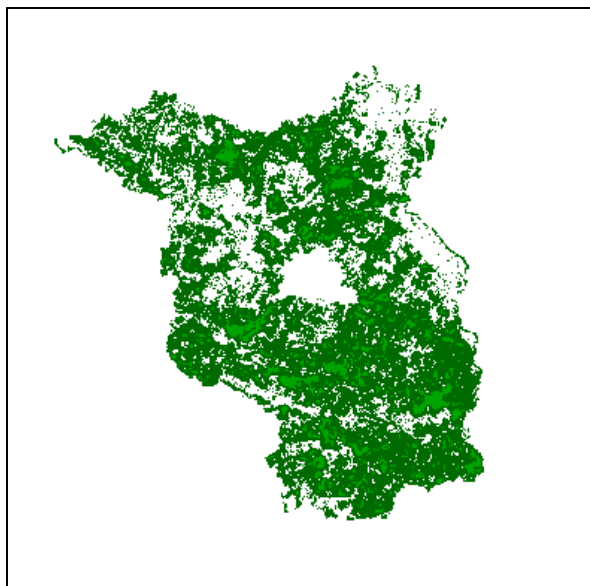


Abbildung 127: Forstdaten PLA

Die Georeferenzierung, Randanpassung und Beschneidung der Kartenblätter der Preußischen Landesaufnahme war im Rahmen dieses Projektes eigentlich Mittel zum Zweck, für die fachübergreifende Nachnutzung dürfte dieser Datensatz weitaus interessanter sein, als die für die forstlichen Zwecke erzeugten Vektordaten. Es werden die georeferenzierten Kartenblätter und der auf den Blattschnitt reduzierte Karteninhalt zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wurden Metadaten für das Kartenwerk erzeugt.

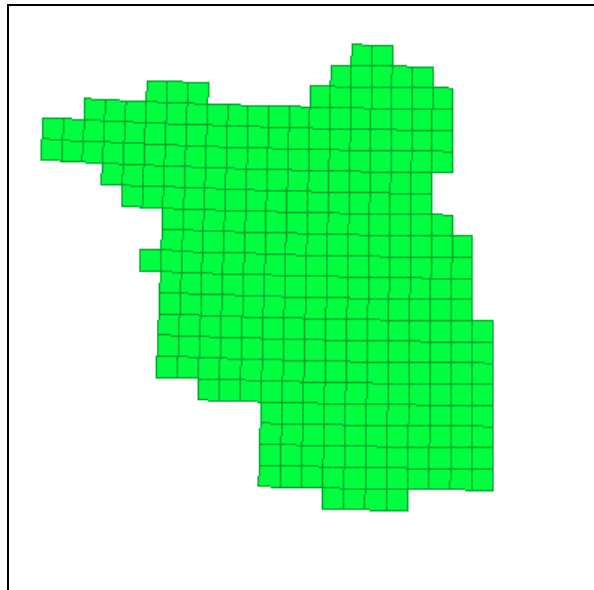


Abbildung 128: Blattübersicht PLA

7.2 Die Daten des Schmettau'schen Kartenwerkes

Die Ergebnisse der Vektorisierung des im Zeitraum 1767-1787 entstandenen Schmettau'schen Kartenwerkes sind differenzierter zu betrachten. Den guten Eindruck, den die Kartenblätter beim ersten Betrachten aufgrund Ihrer kartografisch hochwertigen Gestaltung dem Nutzer vermitteln, kann das Kartenwerk bezüglich der Lagegenauigkeit nicht erfüllen, wurden die zugrundeliegenden Aufnahmen doch weitgehend ohne die notwendigen geodätische Vorarbeiten durchgeführt. Nichtsdestotrotz ist es ein großartiges, für seine Zeit einzigartiges Werk, dass natürlich in den Kontext mit den damaligen technischen und vor allem finanziellen Möglichkeiten gesetzt werden muss. Das Kartenwerk vermittelt uns heute einen guten Überblick über die damalige Landnutzung, die noch weitgehend unbeeinflusst ist von der Landschaftsumgestaltung des Industriezeitalters.

In etwa nördlich der Verbindungslinie Belgig - Guben besitzt das Kartenwerk mit wenigen Ausnahmen eine weitgehend einheitliche Lagequalität. Die alten Waldkerne sind anhand der erzeugten Vektordaten gut zu ermitteln, obgleich ein direkter Bezug zwischen den historischen und den aktuellen Waldgrenzen nicht ohne Interpretationsspielraum möglich ist. Im südöstlichen Brandenburg, der Niederlausitz, ist das Kartenwerk bezüglich Inhalt und Lagegenauigkeit uneinheitlich und lückenhaft, ein direkter Vergleich der historischen mit den aktuellen Waldflächen ist hier mit größerer Unsicherheit verbunden. Im südwestlichen und südlichen Brandenburg, dem Fläming und dem Schraden, ist das Kartenwerk aufgrund der damaligen politischen Verhältnisse nur eine Übersichtskarte, soweit überhaupt eine Darstellung enthalten ist. Die erzeugten Vektordaten können hier keinesfalls in direkten Bezug zu den heutigen Waldflächen gesetzt

werden. Letztendlich bleibt hier nur die Aussage, ob zur damaligen Zeit eine Region walddreich war oder nicht.

Die zusätzlich zur eigentlichen Aufgabenstellung anhand der Legende Schmettau (Seite 78) durchgeführte Attributierung der Waldflächen dürfte für die zukünftige forstwissenschaftliche Nutzung einige Bedeutung besitzen, waren doch die damaligen Waldformen noch sehr unterschiedlich.

Dem zukünftigen Nutzer der Vektordaten sollten in jedem Fall auch die georeferenzierten Bilddaten, die Ausgaben der Statistiken und dieser Projektbericht mit zur Hand gegeben werden. Damit sollten ihm alle für die Interpretation und Wertung notwendigen Angaben zur Verfügung stehen.

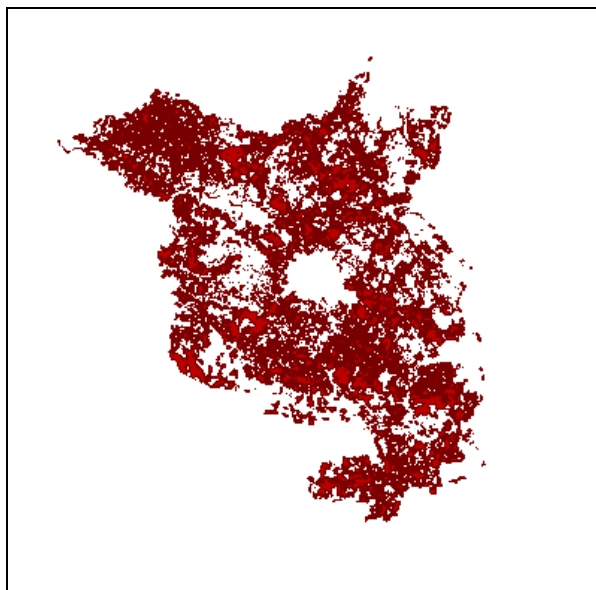


Abbildung 129: Forstdaten Schmettau

Im Hinblick auf eine zukünftige fachübergreifende, auch wissenschaftliche Nutzung wurde in die Georeferenzierung und Entzerrung des Schmettau'schen Kartenwerkes, im Rahmen dieses Projektes auch nur ein Zwischenprodukt, sehr viel Aufwand gelegt, ohne den Blick auf die eigentlichen forstlichen Zwecke zu konzentrieren. Die Herstellung der Identität mit der tatsächlichen Lage wurde soweit irgend möglich durchgeführt, auch wenn in Gebieten mit größeren Spannungen das Kartenbild unter der Entzerrung teilweise arg gelitten hat. Der Lageidentität wurde hier eindeutig der Vorzug vor kartografischen Aspekten gegeben, der geschulte Blick des Kartografen auf das Werk möge dies verzeihen. Das in seiner Lagegenauigkeit sehr inhomogene Kartenwerk erforderte besondere, auch technologische Aufwendungen, die durch die hoffentlich zukünftig umfassende Nutzung gerechtfertigt waren.

Tatsächlich wird der aufmerksame Betrachter, insbesondere der Lokalhistoriker, hier und da Stellen finden, an denen die Georeferenzierung nicht abschließend oder gar

fehlerbehaftet vollzogen wurde. Ich kann versichern, dass die Arbeiten nach besten Wissen und Gewissen ausgeführt wurden. Bedingt durch die hohe Passpunktanzahl wurde an die Grenzen der Leistungsfähigkeit modernster Rechentechnik und Softwareausstattung gestoßen. Den übergebenen Unterlagen sind aber alle ermittelten Werte beigelegt, so dass bei neuen Erkenntnissen oder weiter entwickelten Rechenmethoden die Entzerrung des Kartenwerkes verbessert durchgeführt werden kann.

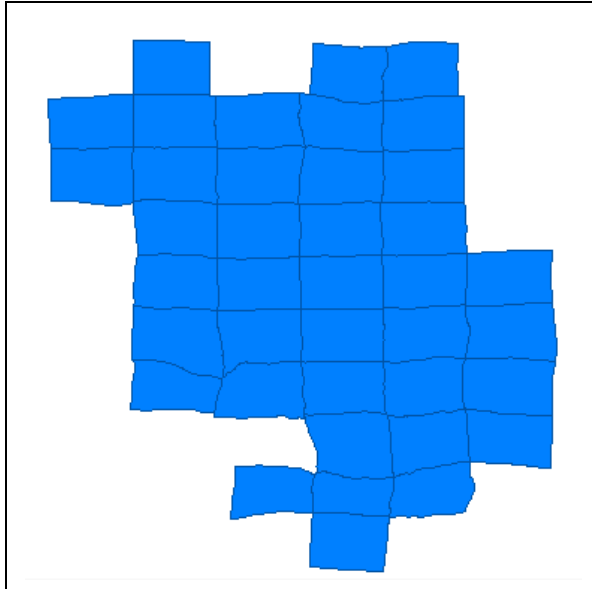


Abbildung 130: Blattübersicht Schmettau

7.3 Datenabgabe

Die im Rahmen dieses Projektes erzeugten Daten verbleiben im Eigentum des Landes Brandenburg. Die vertraglichen Vereinbarungen zur zukünftigen Datenbereitstellung befinden sich noch in Vorbereitung, nach dem derzeitigen Stand soll wie folgt verfahren werden:

Die Hoheit über die vektoriellen Forstdaten behält der Landesbetrieb Forst Brandenburg, die Abgabe erfolgt vom

Landesbetrieb Forst Brandenburg
Zeppelinstraße 136
14471 Potsdam
Tel.: 0331 - 97929 - 301
Fax: 0331 - 97929 - 390
WWW: <http://forst.brandenburg.de>

Die georeferenzierten Bilddaten der Preußischen Landesaufnahme und des Schmettau'schen Kartenwerkes sollen noch im November 2012 im Brandenburg-Viewer zur allgemeinen Ansicht bereitgestellt werden. Die zukünftige Abgabe der Bilddaten erfolgt ebenfalls über dem Landesbetrieb:

Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
Fachbereich GeoServiceCenter
Dezernat 42 Geodatenbereitstellung
Heinrich-Mann-Allee 103
14473 Potsdam
Tel.: 0331 - 8844 - 150
Fax: 0331 - 8844 - 16 - 123
E-Mail: vertrieb@geobasis-bb.de
WWW: <http://www.geobasis-bb.de>

Die als Grundlage verwendeten Originale der Kartenwerke befinden sich im Eigentum der Staatsbibliothek zu Berlin und können dort eingesehen werden:

Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz
Kartenabteilung
Unter den Linden 8
10117 Berlin (Mitte)
Tel.: 030 - 266 - 435511
Fax: 030 - 266 - 335405
WWW: <http://staatsbibliothek-berlin.de>

Fachlichen Rat, insbesondere zu der Georeferenzierung und Entzerrung historischer Kartenwerke kann jederzeit eingeholt werden bei:

Vermessungsbüro Dipl.- Ing. Jörg Schröder
Sprucker Straße 9
03172 Guben
Tel.: 03561 - 547269 - 0
Fax: 03561 - 547269 - 9
E-Mail: info@oebvi-schroeder.de
WWW: www.oebvi-schroeder.de

7.4 Ausblick

Mit Abschluss dieses Projektes stehen zwei wichtige historische Kartenwerke der Jahrgänge um 1780 und 1880 der Allgemeinheit digital zur Verfügung. Die öffentliche Bereitstellung befindet sich in technischer Vorbereitung und soll in Kürze innerhalb des Brandenburg-Viewers erfolgen.

Da der Zeitraum zwischen beiden Kartenwerken doch ziemlich groß ist und das Schmettau'sche Kartenwerk nicht flächendeckend für das Land Brandenburg vorliegt, wäre eine Georeferenzierung und Entzerrung der **Preußischen Urmesstischblätter 1821-1860** wünschenswert. Auch eine Vektorisierung der dort enthaltenen Waldflächen würde die hier erzeugten Schmettau'schen Daten hinsichtlich Flächendeckung und Lagegenauigkeit gut ergänzen. Die zu erwartende Genauigkeit einer solchen Georeferenzierung wurde von mir untersucht und würde einen wesentlichen Qualitätssprung zu Schmettau bedeuten.

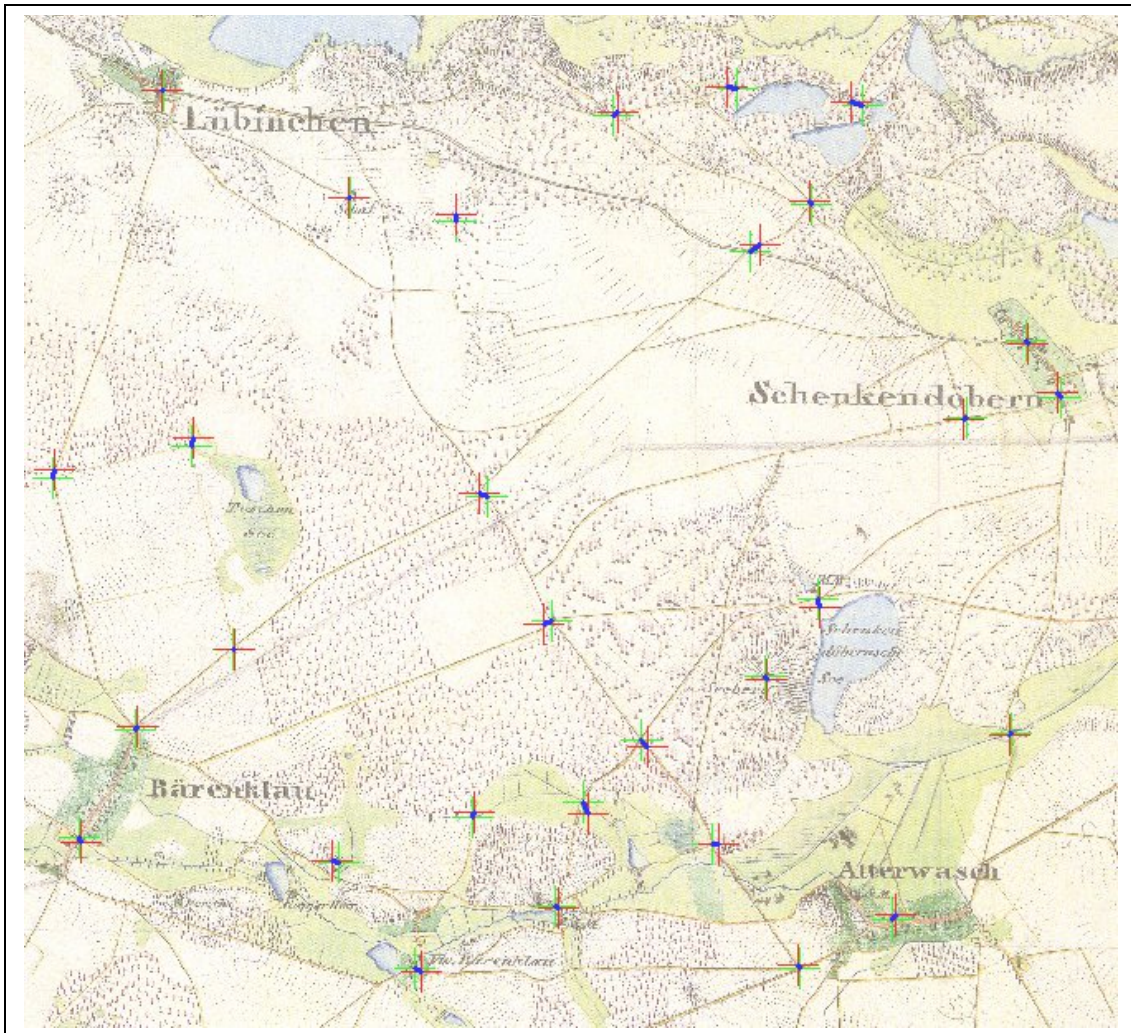


Abbildung 131: Ausschnitt Urmesstischblatt 4053_Pinnow 1845

Vorstellbar wäre auch durchaus eine Georeferenzierung noch älterer Kartenwerke, in etwa der **Karte von Balbi** aus den Jahren 1748/49. Allerdings dürfen hier die Erwartungen an die Lagegenauigkeit nicht zu hoch angesetzt werden.

Eine Untersuchung und Darstellung der Genauigkeit des Schmettau'schen Kartenwerkes war im Rahmen dieses Projektes zwar nicht gefordert, wurde aber im Sinne der zukünftigen Nutzung soweit wie möglich durchgeführt. Eine genauere Evaluierung der erzeugten Daten, auch ein Vergleich mit großmaßstäbigen Forst- oder Separationskarten aus diesem Zeitraum, in etwa im Rahmen einer Diplomarbeit wäre wünschenswert. Gern stehe ich für eine fachliche Begleitung einer solchen Arbeit zur Verfügung.

8 Danksagung

Mein Dank gilt allen am Projekt Beteiligten für die angenehme, immer auf das Projektziel ausgerichtete, sehr konstruktive Zusammenarbeit. Besonders bedanken möchte ich mich bei den das Projekt betreuenden Mitarbeitern des Landesbetriebes Forst Brandenburg:

Herrn Prof. Dr. Klaus Höppner,
Herrn Jürgen Ahrndt und
Herrn Joachim Groß.

Ein Dankeschön gilt auch den Mitarbeitern des Landesbetriebes Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg für die unbürokratische Bereitstellung von Grundlagedaten und für die Bereitschaft, sich um die technischen Belange der Datenveröffentlichung zu bemühen, insbesondere:

Herrn Thomas Rauch und
Herrn Oliver Flint.

Das mit Verfügungstellung der historischen Originale das Werk überhaupt möglich wurde und für das große Interesse an einer Veröffentlichung der Kartenwerke gilt mein Dank der Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, in persona dem Leiter der Kartenabteilung:

Herrn Wolfgang Crom

Nicht zuletzt geht auch ein besonderes Dankeschön an die mit viel Fleiß um das Werk bemühten Mitarbeiter des Vermessungsbüros Dipl.- Ing. Jörg Schröder:

Frau Doreen Schulze und
Herrn Martin Kämeling.

*Nicht Kunst und Wissenschaft allein,
Geduld will bei dem Werke sein.*

Mephistopheles an Faust, Goethe, Faust I

Guben, den 8. November 2012, Dipl.- Ing. Jörg Schröder