

# Digitalisierung historischer Waldflächen

# Dipl.-Ing. Jörg Schröder

Geodäsiestudium an der TU Berlin

Referendar im Land Brandenburg

ÖbVI in Guben

- Hoheitliche Vermessungsleistungen
- Ingenieurvermessung
- GIS-Dienstleistungen
- Wertermittlung

[www.oebvi-schroeder.de](http://www.oebvi-schroeder.de)

# Dipl.-Ing. Jörg Schröder

## GIS-Dienstleistungen

- FALKE - Ersterfassung ALK
- DIBOS - Erfassung Bodenschätzungsdaten
- FGK - Erfassung und Fortführung Forstgrundkarte
- STOK - Erfassung Standortinformationen
- BFR - Erfassung nach Baufachliche Richtlinien
- XPlanung - Erfassung der Bauleitplanung
- QL - Qualitätsverbesserung Liegenschaftskataster
- Leitungskataster, Baumkataster, ...

# Dipl.-Ing. Jörg Schröder

## GIS-Werkzeuge

- Erfassung mit GeoGraf, ESRI-ArcGIS
- Ausgleichsrechnung mit KAFKA
- Datenmodellierung und -prüfung mit der FME
- verschiedene eigene Tools:
  - GGMan, ImgMan, KafPlot, ...

# Digitalisierung historischer Waldflächen

## Kartenwerke

- Preußische Landesaufnahme
  - Entstehung ca. 1880
- Schmettau'sche Karten
  - Entstehung ca. 1780

# Digitalisierung historischer Waldflächen

## Ziele

- historische Entwicklung der Flächennutzung
  - insbesondere Gebiete mit großflächigen Waldverlusten
- Darstellung historisch alter Waldflächen
  - Wald mit langfristiger Habitatkontinuität
    - hohe Biodiversität
  - historischer Waldboden
- Darstellung der Wald-Offenland-Entwicklung
  - Landschafts- und Naturschutzplanung
  - Waldumbauplanung

# Digitalisierung historischer Waldflächen Projekttablauf

- Ausschreibung am 22. Februar 2011
- Zuschlag am 04. April 2011
- Leistungsbeginn am 11. April 2011
- Georeferenzierung PLA zum 31. Juli 2011
- Digitalisierte Waldfläche PLA  
und Georeferenzierung Schmettau zum 19. Dezember 2011
- Digitalisierte Waldfläche Schmettau zum 20. Februar 2012

# Digitalisierung historischer Waldflächen

## Ausgangsdaten

- Rohdaten:
  - 291 Kartenblätter Preußische Landesaufnahme
  - 7 Kartenblätter Sächsische Landesaufnahme
  - 59 Kartenblätter Schmettau in Teilblättern
- Grundlage Georeferenzierung:
  - DTK25 als Farb- bzw. SW-Bilddaten
  - DTK als Shape
  - Forstflächen als Geodatabase

# Digitalisierung historischer Waldflächen zusätzliche Ausgangsdaten

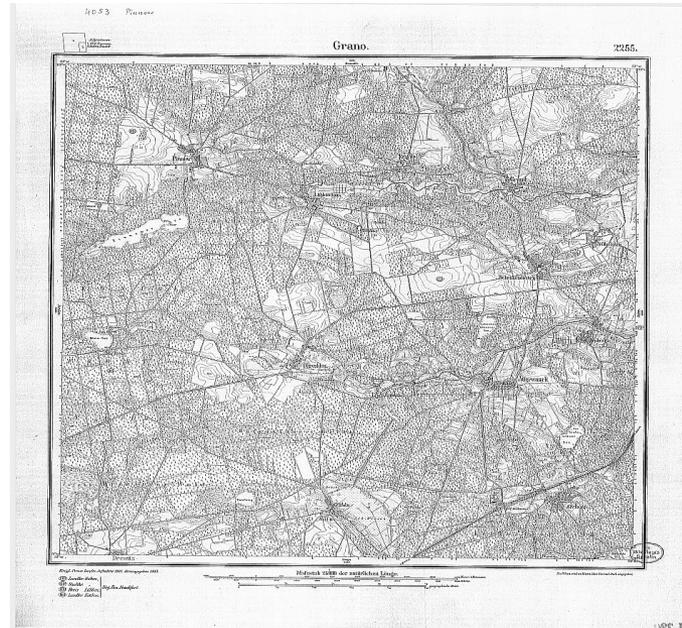
- Rohdaten:
  - 32 Kartenblätter Schmettau (LGB)
- Grundlage Georeferenzierung:
  - Blattschnitte DTK25 (BKG)
  - Trigonometrische Punkte (LGB)
  - verschiedene WMS-Dienste
  - historische Kartenblätter (Einheitsblätter)

# Digitalisierung historischer Waldflächen

## Ergebnisdaten

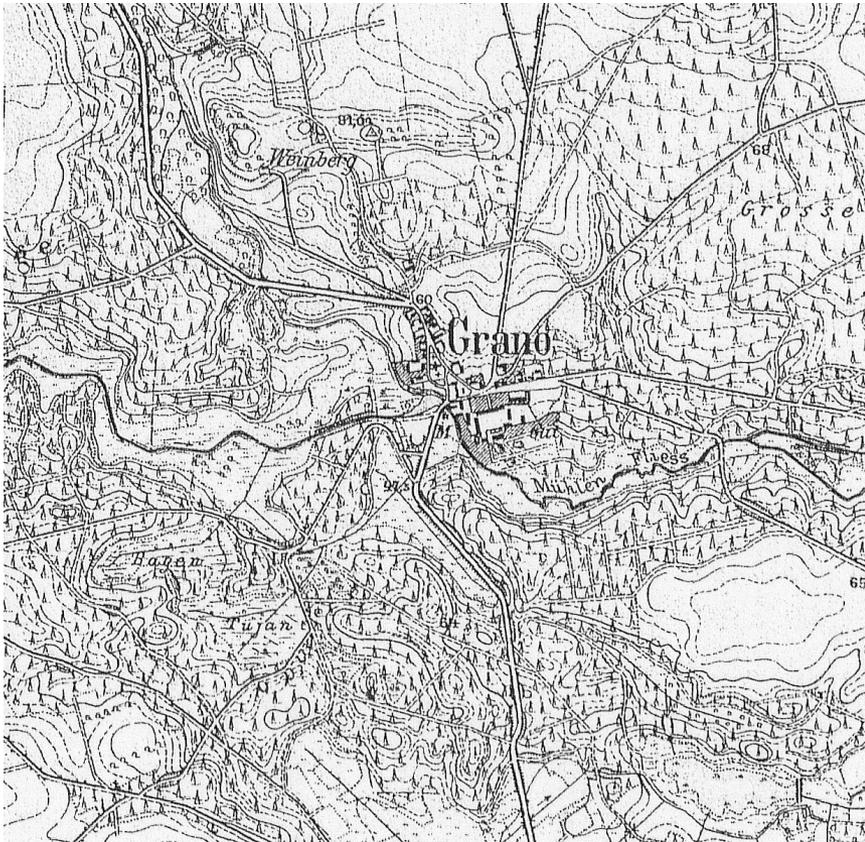
- georeferenzierte Bilddaten
  - Preußische Landesaufnahme
  - Schmettau'sches Kartenwerk
- Vektordaten Waldflächen
  - Preußische Landesaufnahme
  - Schmettau'sches Kartenwerk
- Nebenangebot:
  - höhere Passpunktanzahl Schmettau
  - Bildausgleichung mit Randanpassung
  - Klassifizierung Walddaten

# Preußische Landesaufnahme



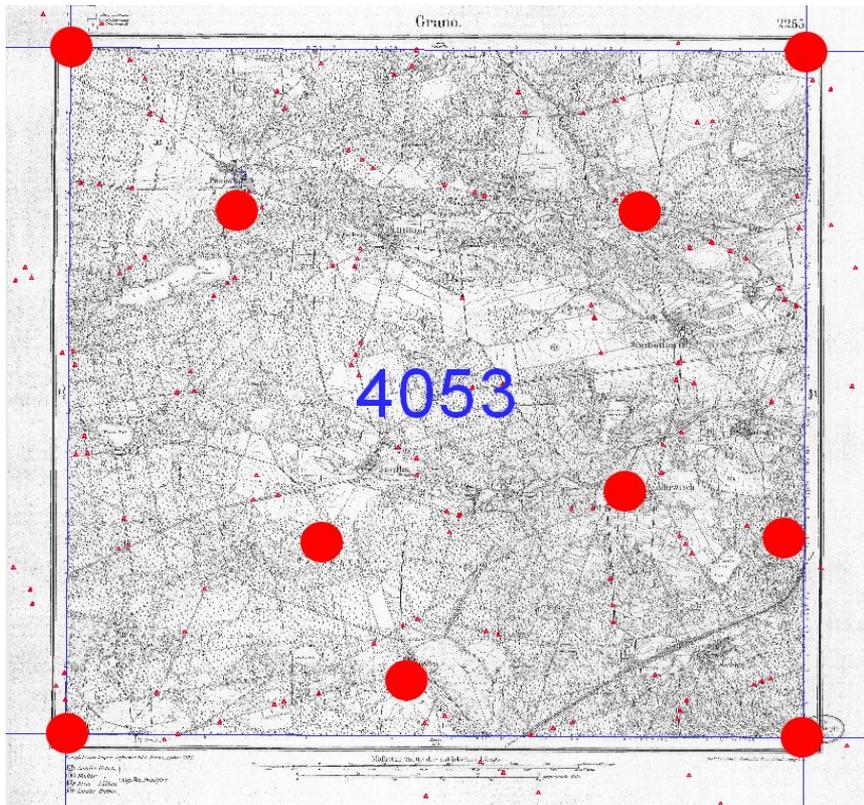
291 Kartenblätter  
Maßstab 1:25.000  
Aufnahme 1879-1901

# Preußische Landesaufnahme



- hohe Lagegenauigkeit
- gute und einheitliche Darstellungsqualität
- detaillierte Darstellung

# Preußische Landesaufnahme Georeferenzierung



- ca. 10 Passpunkte
  - ✓ Blattecken
  - ✓ Trigonometrische Punkte
- 4- oder 6-Parameter-Transformation
- Restklaffen < 20m
- Entzerrung auf Blattecken
- Randbeschneidung

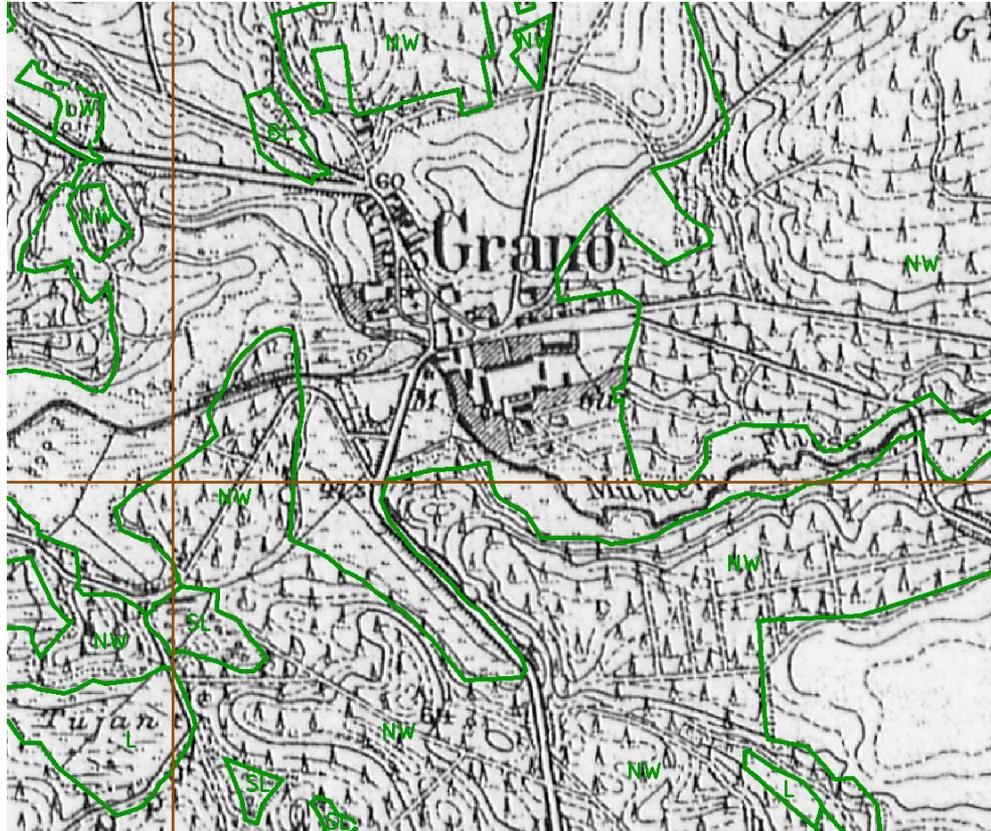
# Preußische Landesaufnahme Georeferenzierung



Abgabe:

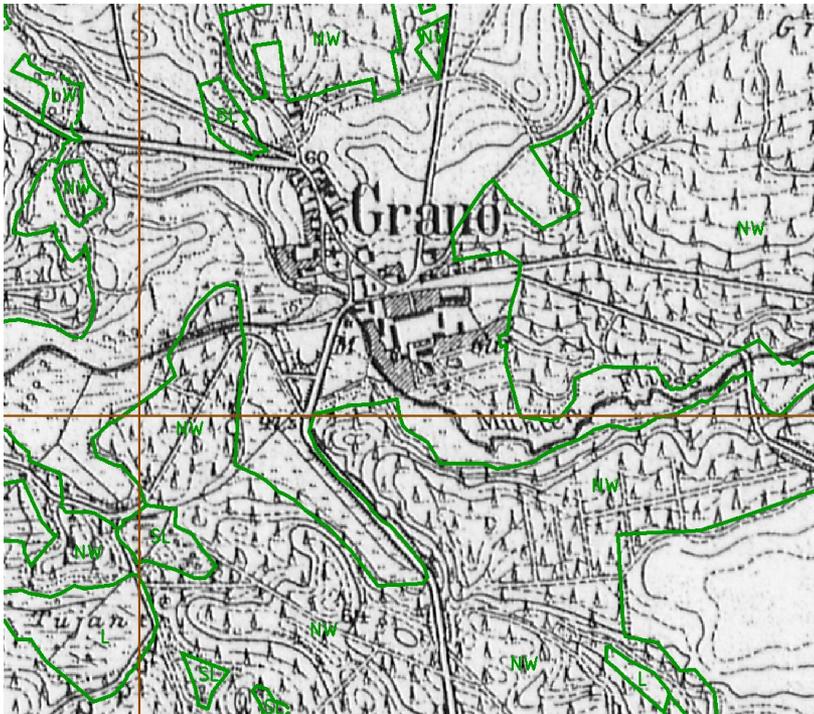
- georeferenzierte, entzerrte Originale
- georeferenzierte, entzerrte, randbeschnittene Bilddaten

# Preußische Landesaufnahme Vektorisierung



**29.339 Flächen**

# Preußische Landesaufnahme Vektorisierung



- über Verkehrsstrassen oder linienhafte Gewässer hinweg digitalisiert
- Aussparung größerer Trassen
- Anpassung an Forststrukturen
- gleichzeitige Attributierung

# Preußische Landesaufnahme Homogenisierung

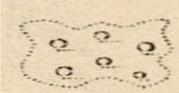
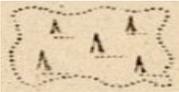
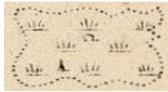
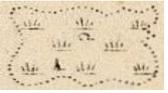
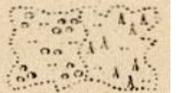


- Anpassung der Flächenbegrenzungen an vorhandene Forstdaten
  - logische Identität herstellen
  - keine Genauigkeitssteigerung

- erfasste Forstgrenzen (rot)
- aktuelle Forststrukturen (blau)

# Preußische Landesaufnahme

## Klassifizierung

Laubwald	1		Bruch Mischwald	23	
Nadelwald	2		Heide Laubwald	31	
Mischwald	3		Heide Nadelwald	32	
Buschwerk Laubwald	11		Heide Mischwald	33	
Buschwerk Nadelwald	12		Baumschule Laubwald	41	
Buschwerk Mischwald	13		Baumschule Nadelwald	42	
Bruch Laubwald	21		Baumschule Mischwald	43	
Bruch Nadelwald	22		Park	51	

# Preußische Landesaufnahme

## Klassifizierung

- die Preußische Landesaufnahme weist die Waldarten differenzierter als aktuelle DTK aus!
- Ursachen:
  - Generalisierung im aktuellen Kartenwerk?
  - Umbau zu Monokulturen im letzten Jahrhundert?

# Sächsische Landesaufnahme für die südlichen Landesteile

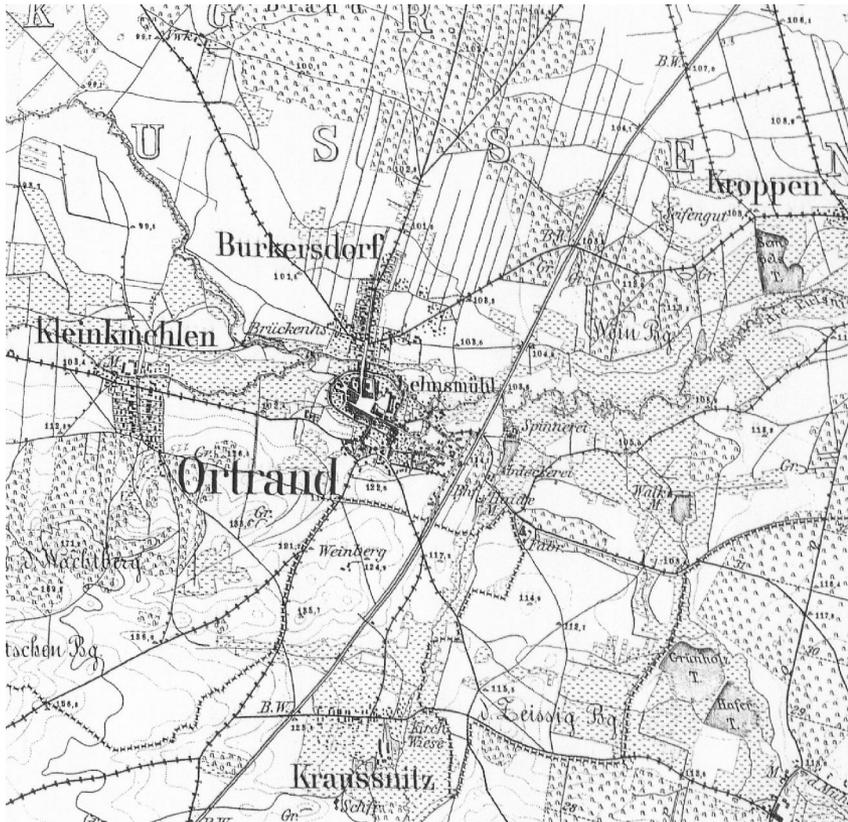


7 Kartenblätter

Maßstab 1:25.000

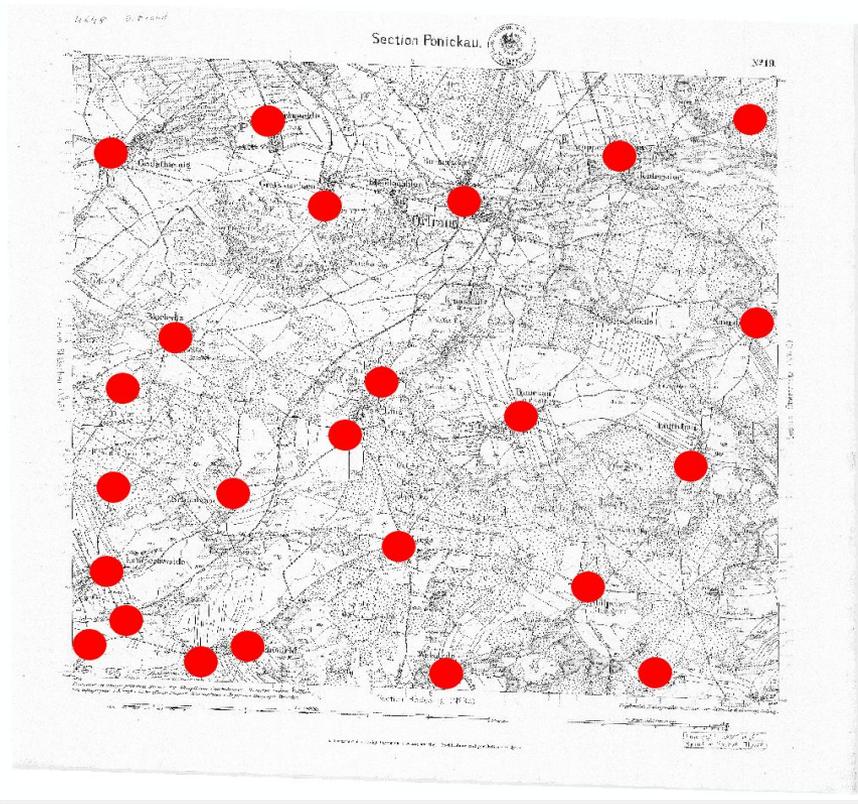
Aufnahme 1880-1883

# Sächsische Landesaufnahme für die südlichen Landesteile



- geringe Lagegenauigkeit
- gute und einheitliche Darstellungsqualität
- detaillierte Darstellung
- keine differenzierten Waldarten

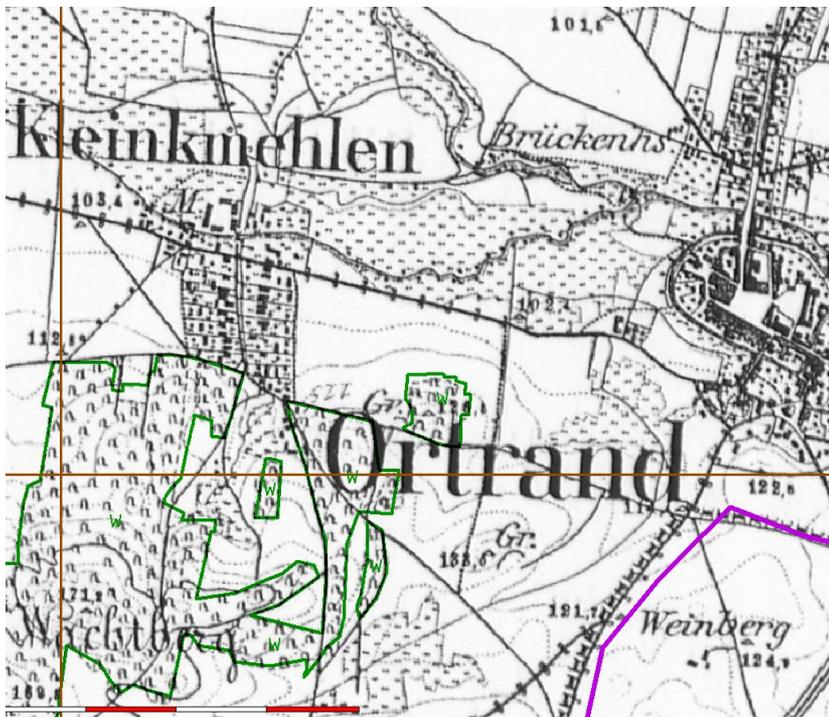
# Sächsische Landesaufnahme Georeferenzierung



- ca. 30 Passpunkte
  - ✓ topografische Punkte
- 6-Parameter-Transformation
- Restklaffen bis 200m
- höhere innere Genauigkeit
  
- Entzerrung
- Randbeschneidung

# Sächsische Landesaufnahme

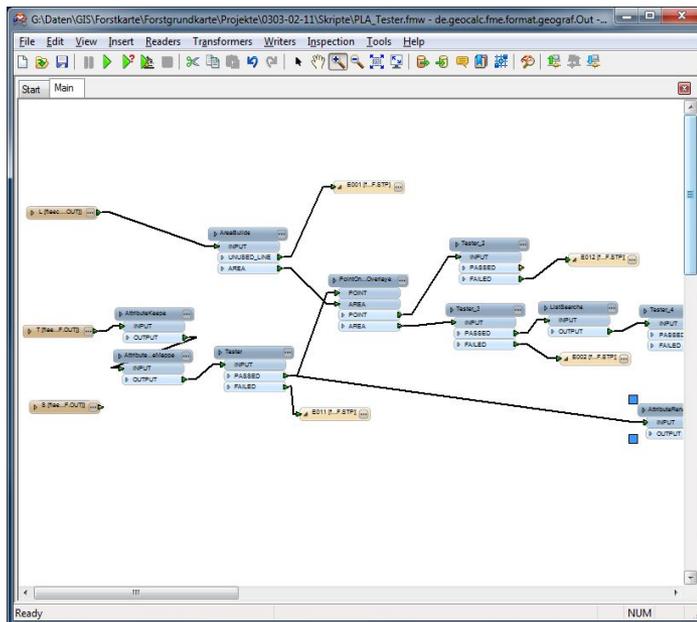
## Vektorisierung



- über Verkehrsstrassen oder linienhafte Gewässer hinweg digitalisiert
- Aussparung größerer Trassen
- Anpassung an Forststrukturen
- **ohne** Attributierung
  - keine Differenzierung der Wälder

# Preußische/Sächsische Landesaufnahme

## Datenprüfung



### Topologieprüfung Flächenobjekte:

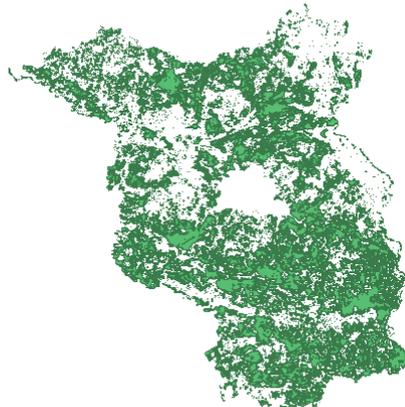
- ohne Überlappungen
- Nachbarflächen müssen sich in Attributen unterscheiden

# Preußische/Sächsische Landesaufnahme Ergebnisse



## Bilddaten:

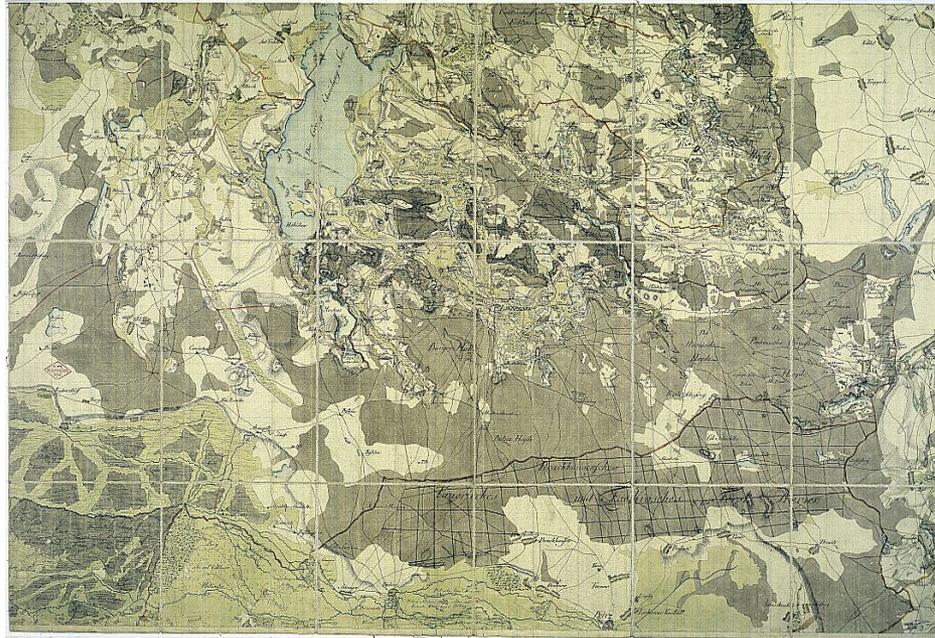
- flächendeckend georeferenzierte Messtischblätter 1:25000
- Stand 1879 - 1901



## Vektordaten:

- flächendeckend Waldflächen
- homogener Inhalt und Qualität

# Schmettau'sches Kartenwerk



39 Kartenblätter (insges. 270)

Maßstab 1:50.000

Aufnahme 1767-1787

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Stand der Kartografie im 18. Jh

### Frankreich:

- ab 1750 Triangulation durch Cassini
- darauf aufbauend Kartenwerk 1:86.400
- vollendet 1815

### Deutschland:

- ab 1821 erste Triangulation durch C.F. Gauß

# Schmettau'sches Kartenwerk Stand der Kartografie im 18. Jh

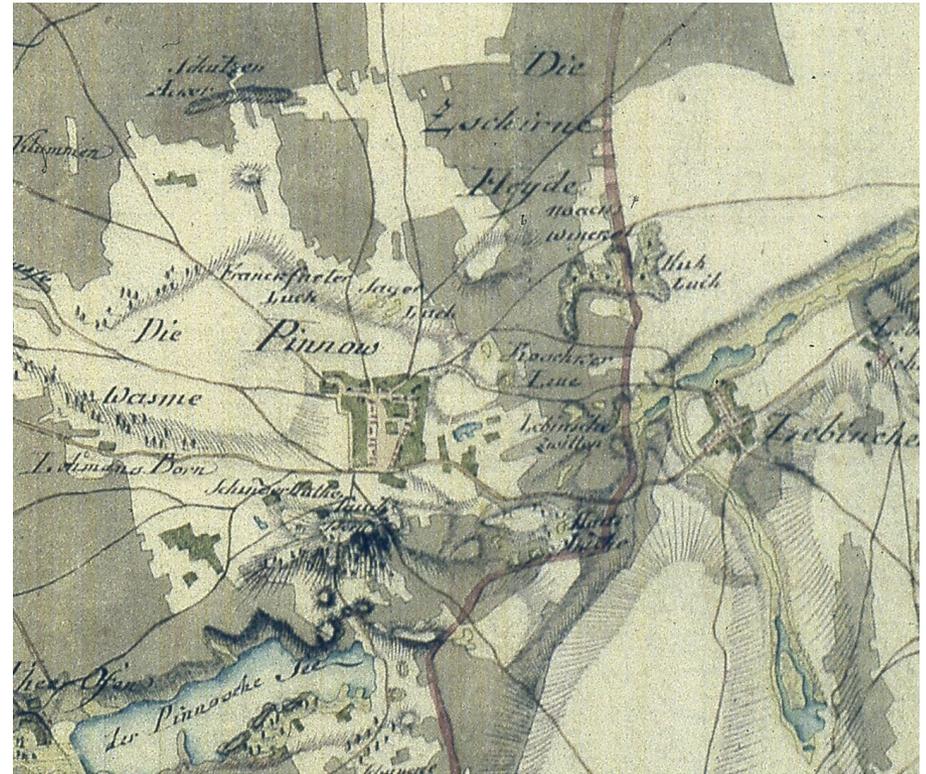


zum Vergleich: Karte der Lausitz 1758

# Schmettau'sches Kartenwerk Stand der Kartografie im 18. Jh



Karte der Lausitz 1758



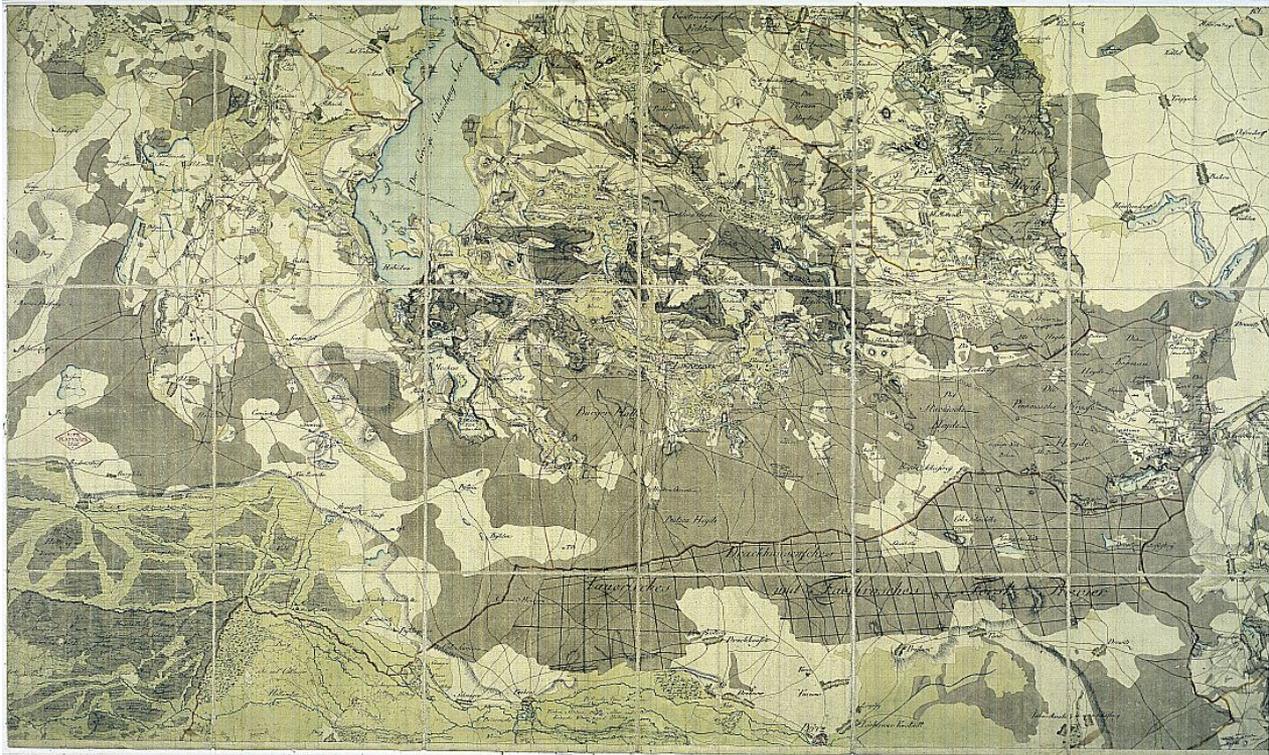
Schmettau 1780

# Schmettau'sches Kartenwerk

- Schmettau'sches Kartenwerk besitzt keine vermessungstechnische Grundlage
- unter Würdigung der technischen Möglichkeiten:
  - erstaunliche Genauigkeit
  - brillante Darstellungstiefe

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Vorbereitung der Kartenblätter



Originale auf Leinwand aufgezogen

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Vorbereitung der Kartenblätter



- Kacheln ausschneiden
- anhand des Inhalts zusammensetzen
- Verfahren: verkettete Transformation

# Schmettau'sches Kartenwerk Vorbereitung der Kartenblätter

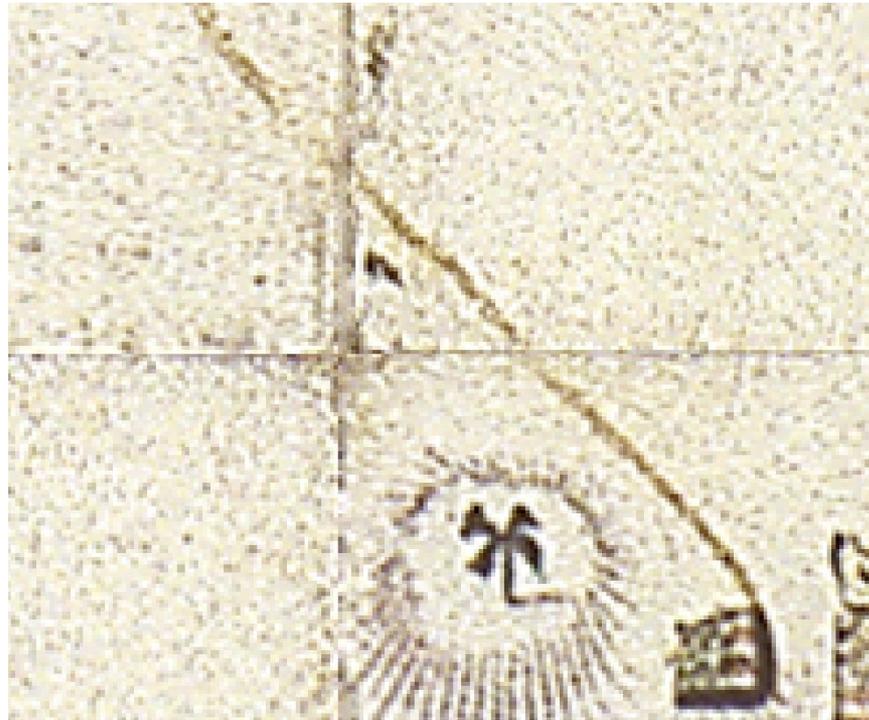
Ergebnis:



Fehlstelle in  
Bilddaten

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Vorbereitung der Kartenblätter



fehlende Bildinformationen wurden aus den Farbwerten  
der benachbarten Pixel abgeleitet

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Georeferenzierung

*„... 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. ...“*

Ausschreibung: ca. 30 Passpunkte, Standardabweichung < 30m

Nebenangebot: ca. 130 weitere Passpunkte  
ca. 60 Verknüpfungspunkte

### **Ausführung:**

durchschnittlich: 350 Passpunkte  
60 Verknüpfungspunkte

078\_Berlin: 875 Pass- und Verknüpfungspunkte

Standardabweichung: sehr unterschiedlich

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Georeferenzierung

- Georeferenzierung mit ArcMap 3.1
- Grundlage:

Preußische Landesaufnahme von 1880

- etwas geringere Lagegenauigkeit > vernachlässigbar
- geringere Veränderung der Topografie > sichere Identitäten

außerhalb des Landes Brandenburg:

- verschiedene WMS-Dienste
- andere historische Karten

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Georeferenzierung

### Vorgehensweise:

1. Erfassung von wenigen eindeutigen Passpunkten zur groben Georeferenzierung  
Transformationsansatz: „1<sup>st</sup> Order Polygonal“
2. Erfassung von eindeutigen Passpunkten wie Ortslagen, Mühlen, Vorwerke, Einzelhöfe  
Transformationsansatz: „Adjust“
3. Erfassung von Wegekreuzungen mit Gewässern
4. Schrittweise Verfeinerung der Passpunktauswahl bis hin zu nicht eindeutigen Passpunkten  
Transformationsansatz: „Spline“
5. Speicherung der Passpunkte
6. Erfassung und Speicherung von Randpunkten

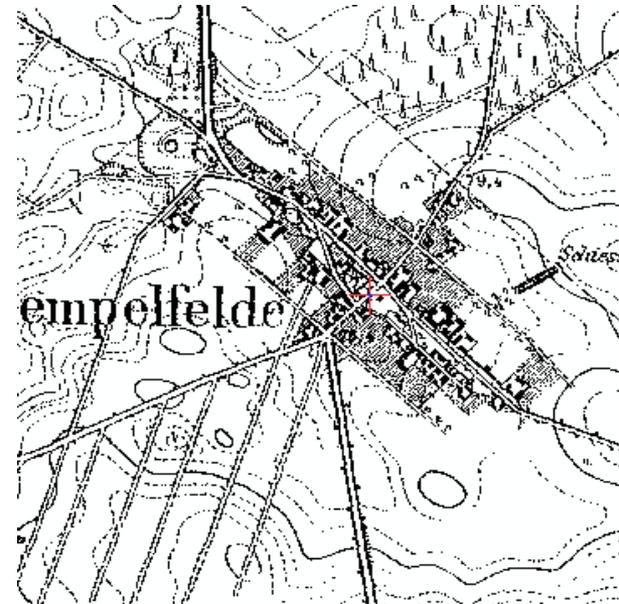
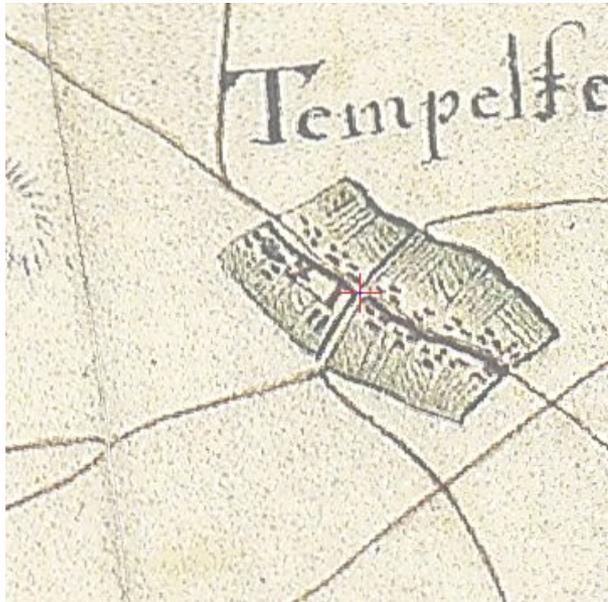
# Schmettau'sches Kartenwerk

## 1. Grob-Georeferenzierung



# Schmettau'sches Kartenwerk

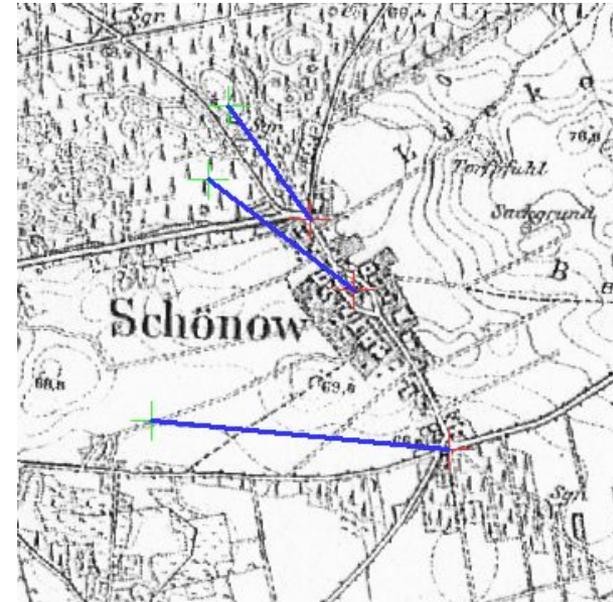
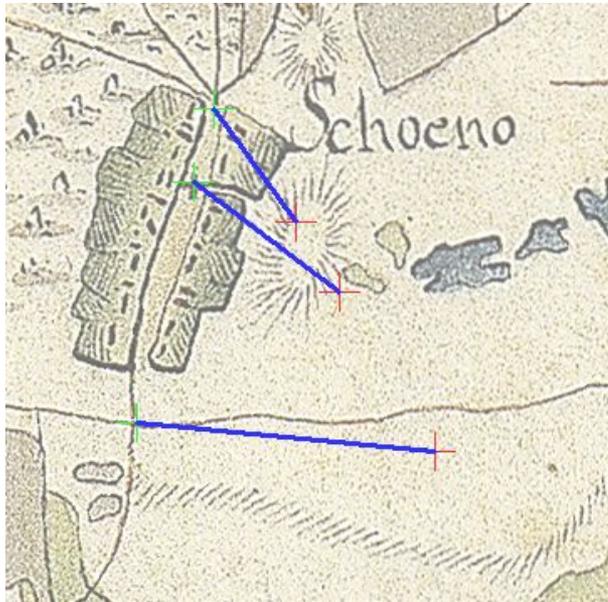
## 2. Eindeutige Passpunkte



Ein Passpunkt je Ortslage, möglichst Wegekreuzung

# Schmettau'sches Kartenwerk

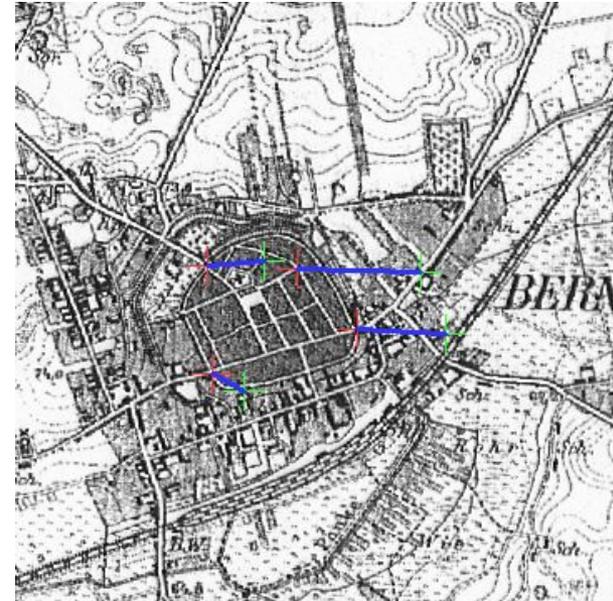
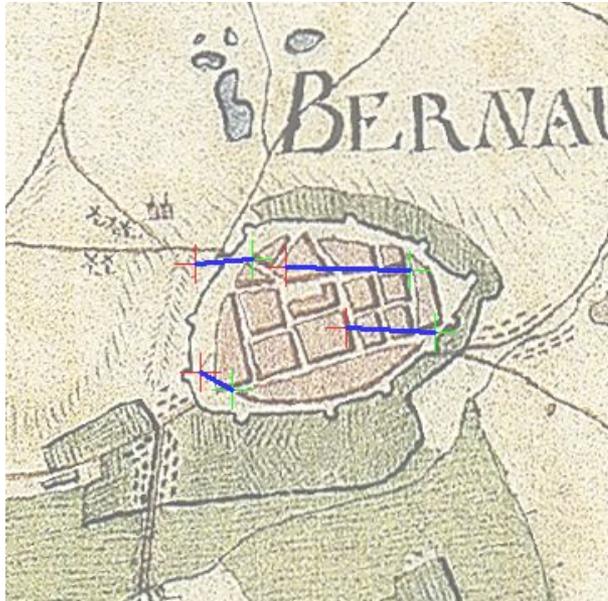
## 2. Eindeutige Passpunkte



Mehre Passpunkte bei verdrehten Ortslagen

# Schmettau'sches Kartenwerk

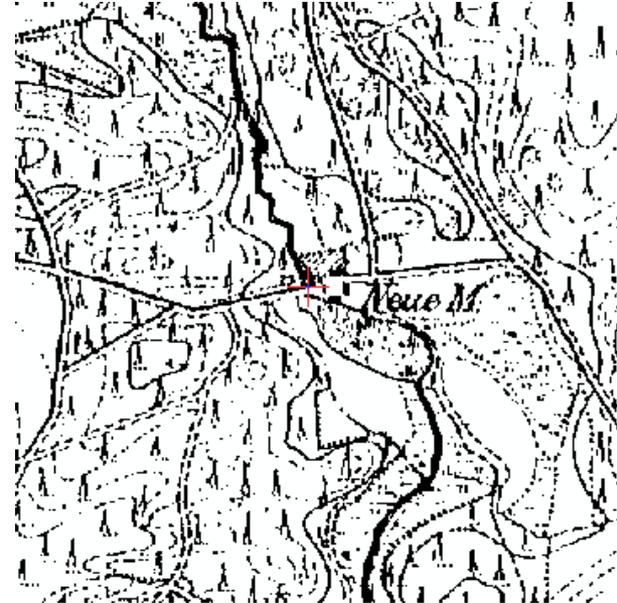
## 2. Eindeutige Passpunkte



Mehrere Passpunkte bei großen Ortslagen

# Schmettau'sches Kartenwerk

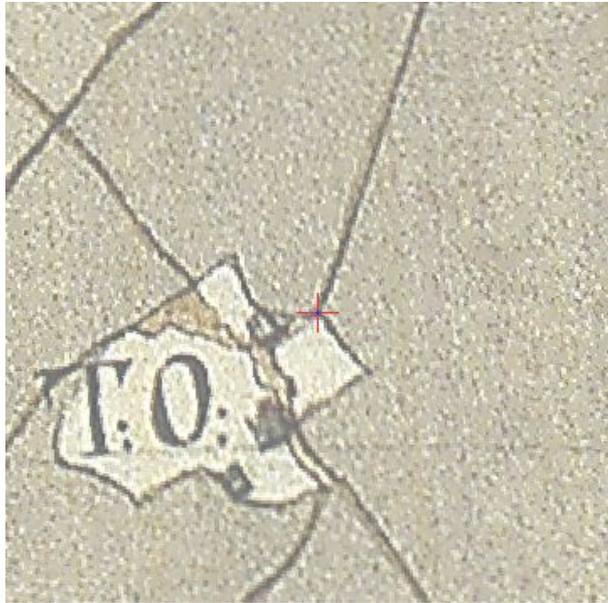
## 2. Eindeutige Passpunkte



Mühlen bei größerer Entfernung von Ortslagen

# Schmettau'sches Kartenwerk

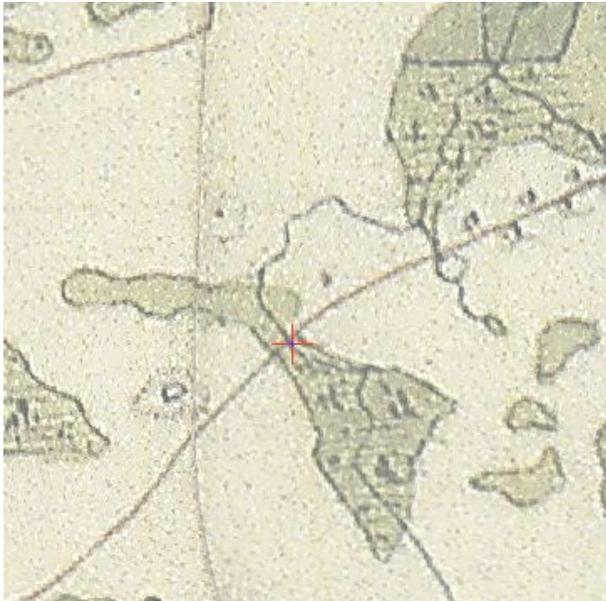
## 2. Eindeutige Passpunkte



Teeröfen und Ziegeleien sind selten eindeutig

# Schmettau'sches Kartenwerk

## 3. Kreuzungen ...



Wegekrenzungen mit Gewässern sind gut zu indentifizieren

# Schmettau'sches Kartenwerk

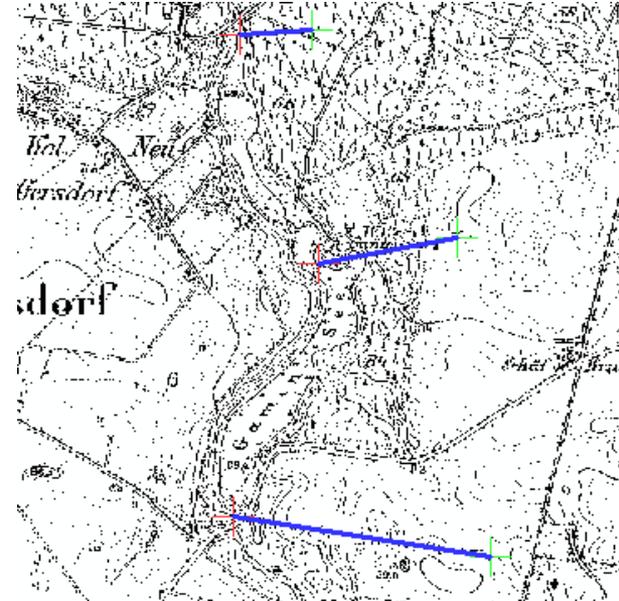
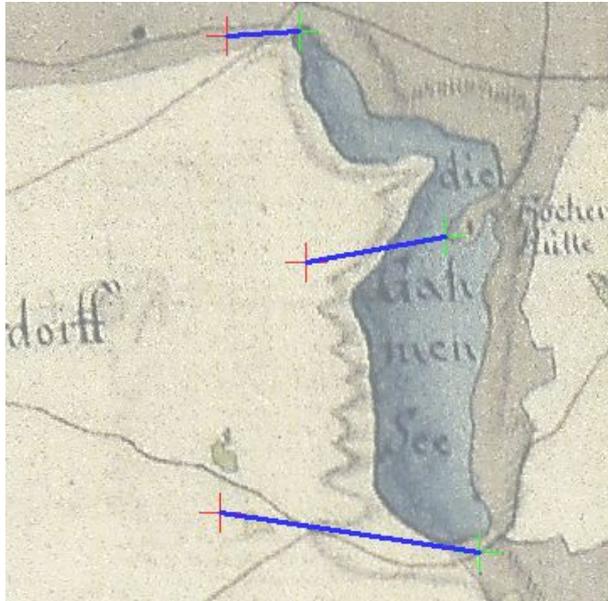
## 3. und Gewässer



kleinere Gewässer im bewegten Gelände sind gute Passpunkte

# Schmettau'sches Kartenwerk

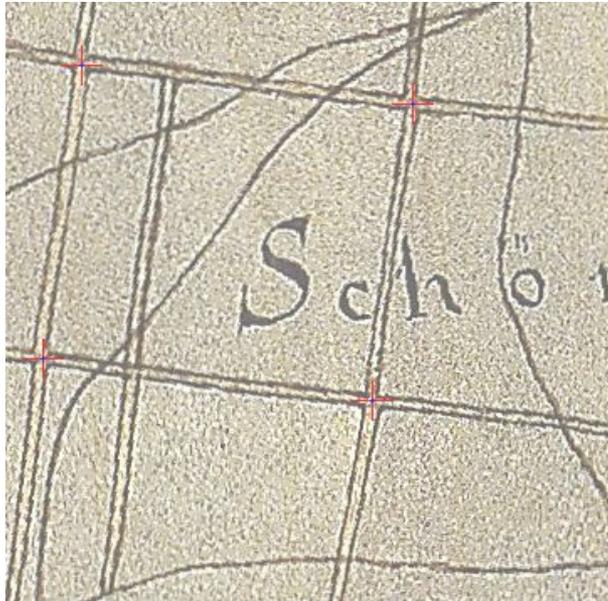
## 4. nicht eindeutige Passpunkte



Gewässer mit Passpunktauswahl zur Deckung bringen

# Schmettau'sches Kartenwerk

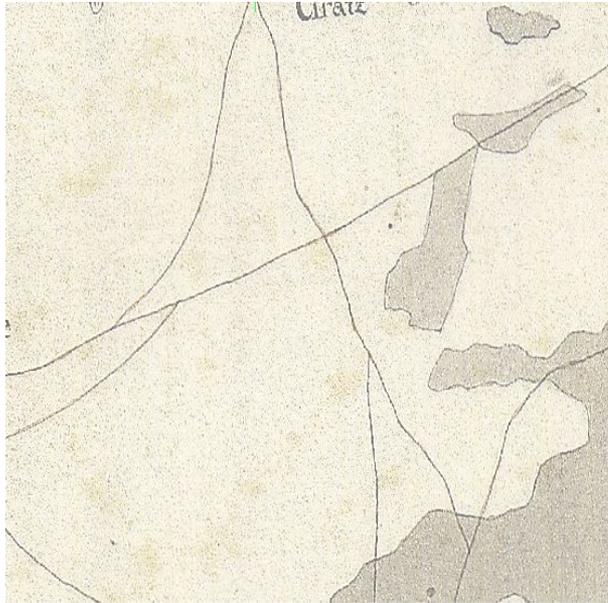
## 4. nicht eindeutige Passpunkte



Gestellwege sind nicht immer eindeutig

# Schmettau'sches Kartenwerk

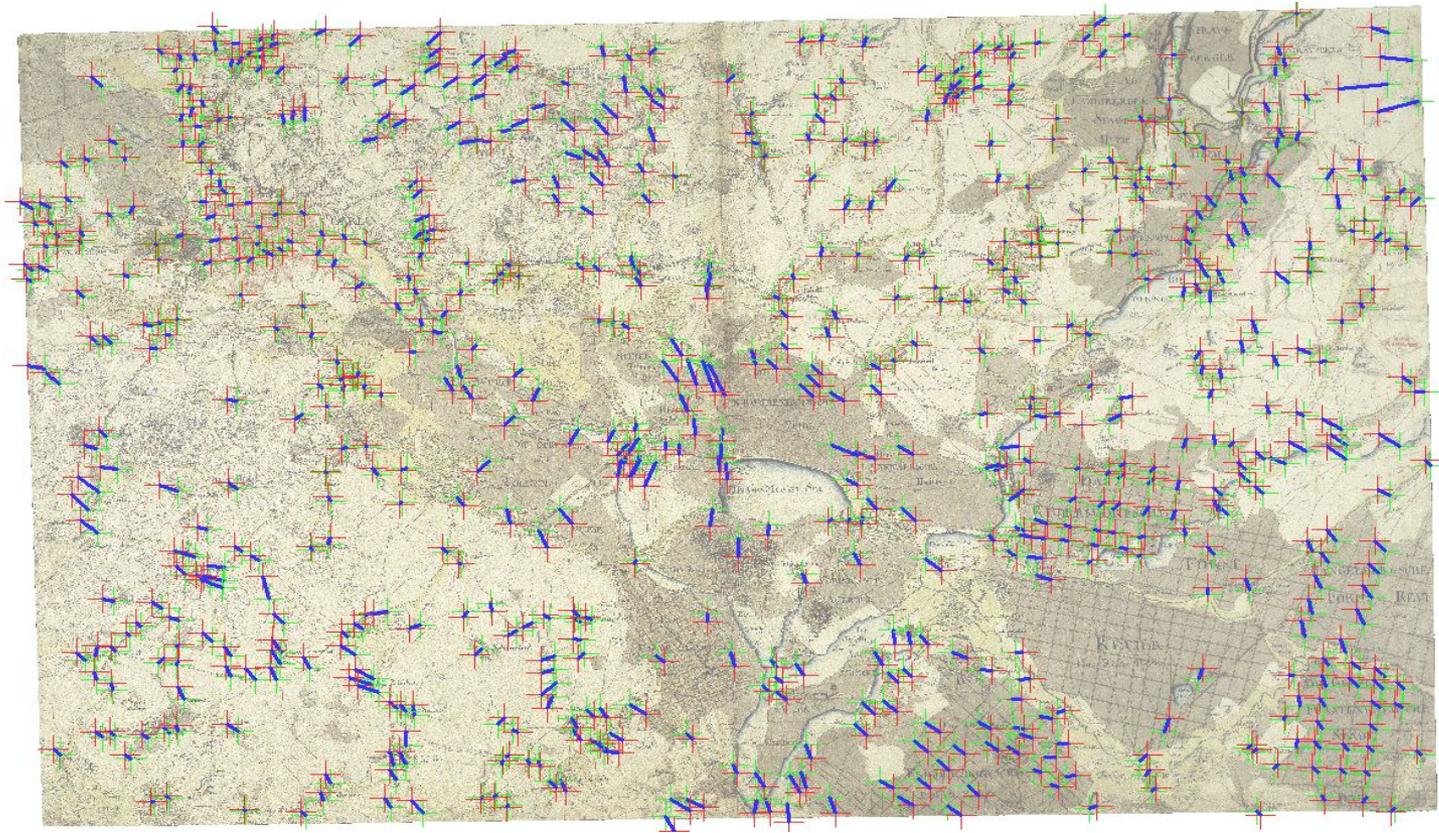
## 4. nicht eindeutige Passpunkte



Das Wegenetz ist oft nicht eindeutig

# Schmettau'sches Kartenwerk

## 5. Speicherung der Passpunkte



Soll- und Bild-Koordinaten werden gespeichert

# Schmettau'sches Kartenwerk

## 6. Erfassung der Randpunkte

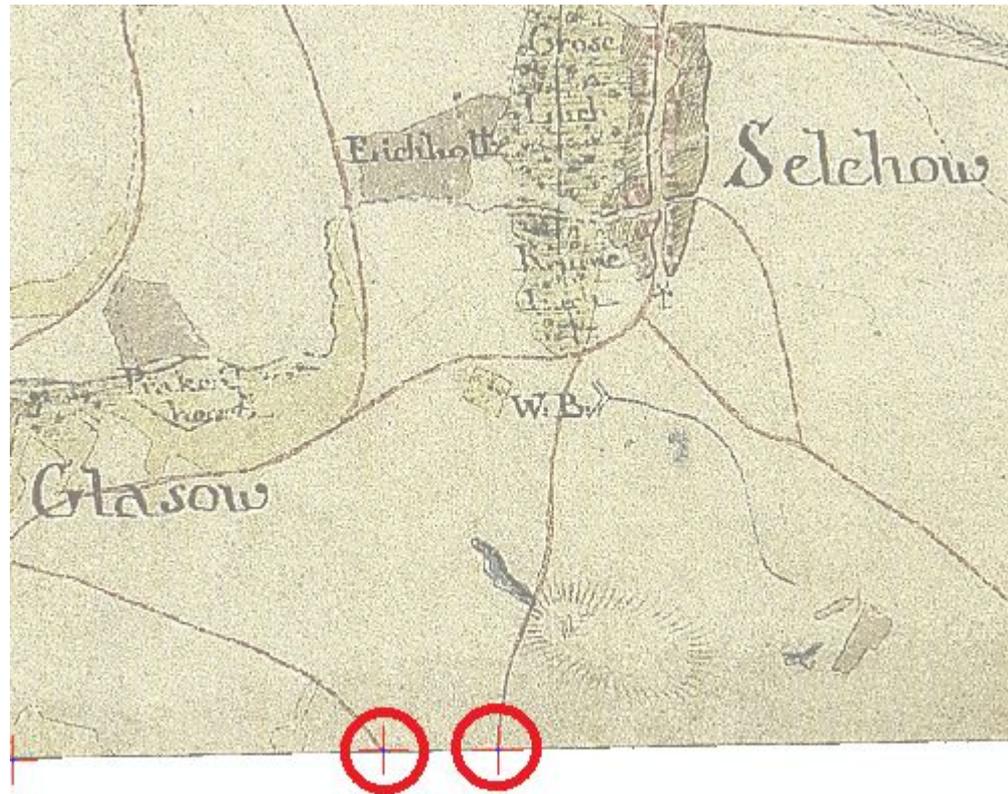


Bild-Koordinaten werden gespeichert

# Schmettau'sches Kartenwerk

## 6. Speicherung der Randpunkte



Bild-Koordinaten werden gespeichert

# Schmettau'sches Kartenwerk Koordinaten

**Bildkoordinaten Randpunkte**

1763.111956	-1601.222295	3391458.431728	5820139.652620
9555.118645	-543.418355	3424188.128497	5825776.392727
154.385020	-5860.657715	3384724.073929	5801906.978455
9237.946304	-6515.563191	3423717.746373	5799596.091135
1086.519813	-181.938409	3388127.505421	5826362.380599
251.945473	-1649.418554	3384814.815186	5819912.433529
40.699635	-2007.907474	3383860.771971	5818331.083662
537.697468	-2523.622298	3385951.215514	5816347.853925
225.542596	-2845.997313	3384471.507696	5815061.476910
		3901.761215	5815278.986962
		5344.815196	5810823.085239
		5545.629952	5811380.772936
		6327.611135	5807130.271056
		5608.145447	5809903.799729
		6177.094904	5805519.392580
		7887.472604	5800070.282545
		3388407.935390	5800257.466530
		3387034.491926	5801694.699658
		3386562.225332	5802535.395830
		3386078.649825	5802486.337445

**ETRS-Koordinaten Passpunkte**

700.137200	-0229.702702	3388407.935390	5800257.466530
680.801188	-5905.570850	3387034.491926	5801694.699658
567.302243	-5722.346228	3386562.225332	5802535.395830
470.512595	-5721.400174	3386078.649825	5802486.337445
555.902150	-5339.1		
1102.077900	-5425.1		
1507.523073	-5699.1		
979.306629	-5702.1		
1048.294737	-5689.1		
821.228410	-5733.1		
1543.009374	-6343.1		
2132.283199	-6273.1		
2000.630263	-6391.671564	3392748.177563	5799724.412117

**Bildkoordinaten Randpunkte**

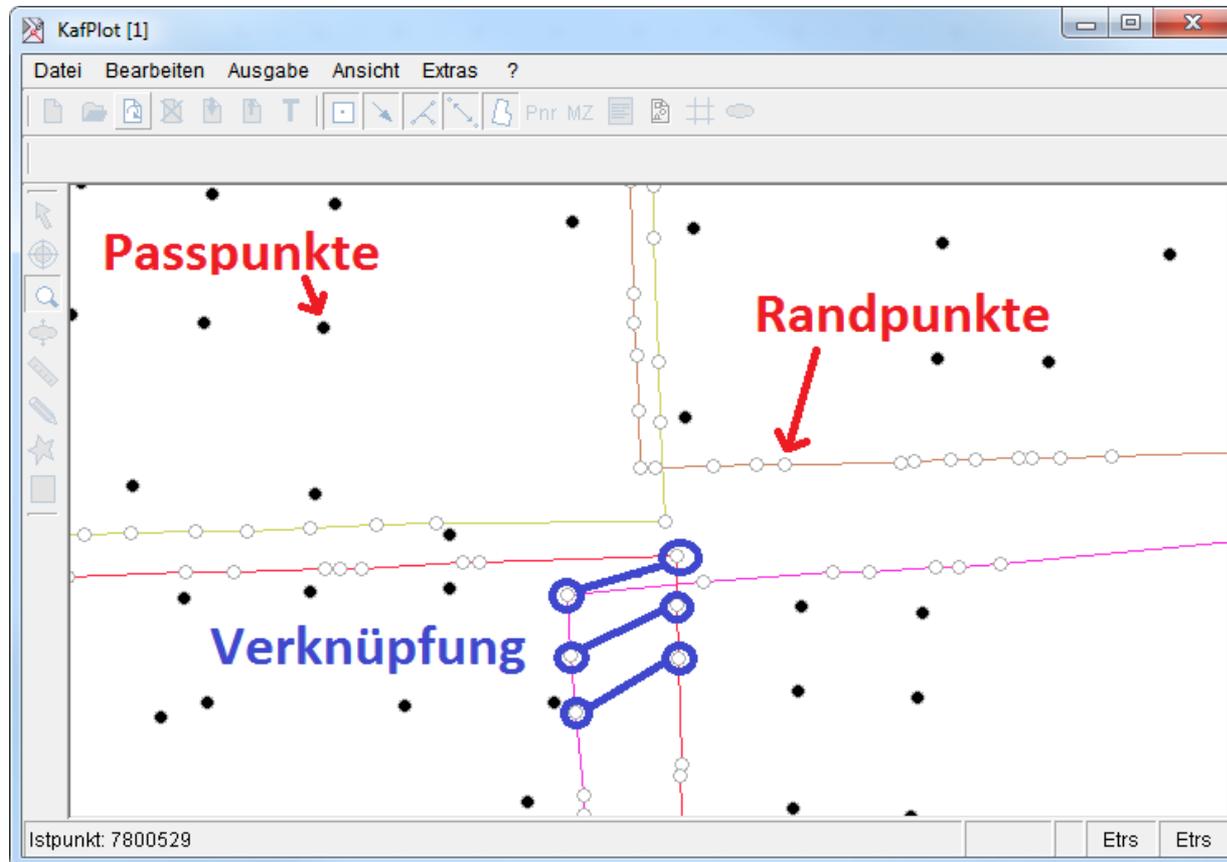
0.297175	1.496495
-0.925059	-103.710763
0.990541	-200.798376
0.385064	-301.971898
-0.086864	-338.057326

**Bildkoordinaten Randpunkte**

0.051529	-1407.326916
-1.052728	-1441.033587
-0.823359	-1594.890330
-0.644361	-1770.640220
0.056936	-1888.411536
-1.552063	-2003.172617
-0.932644	-2022.713760
0.376453	-2059.430664
0.282683	-2163.574288
0.146811	-2208.543270
-0.197516	-2280.727505
-1.196391	-2334.553286
-0.784402	-2542.853911
-0.368790	-2629.848527
-0.852611	-2868.307752
-2.368102	-2952.990955

# Schmettau'sches Kartenwerk

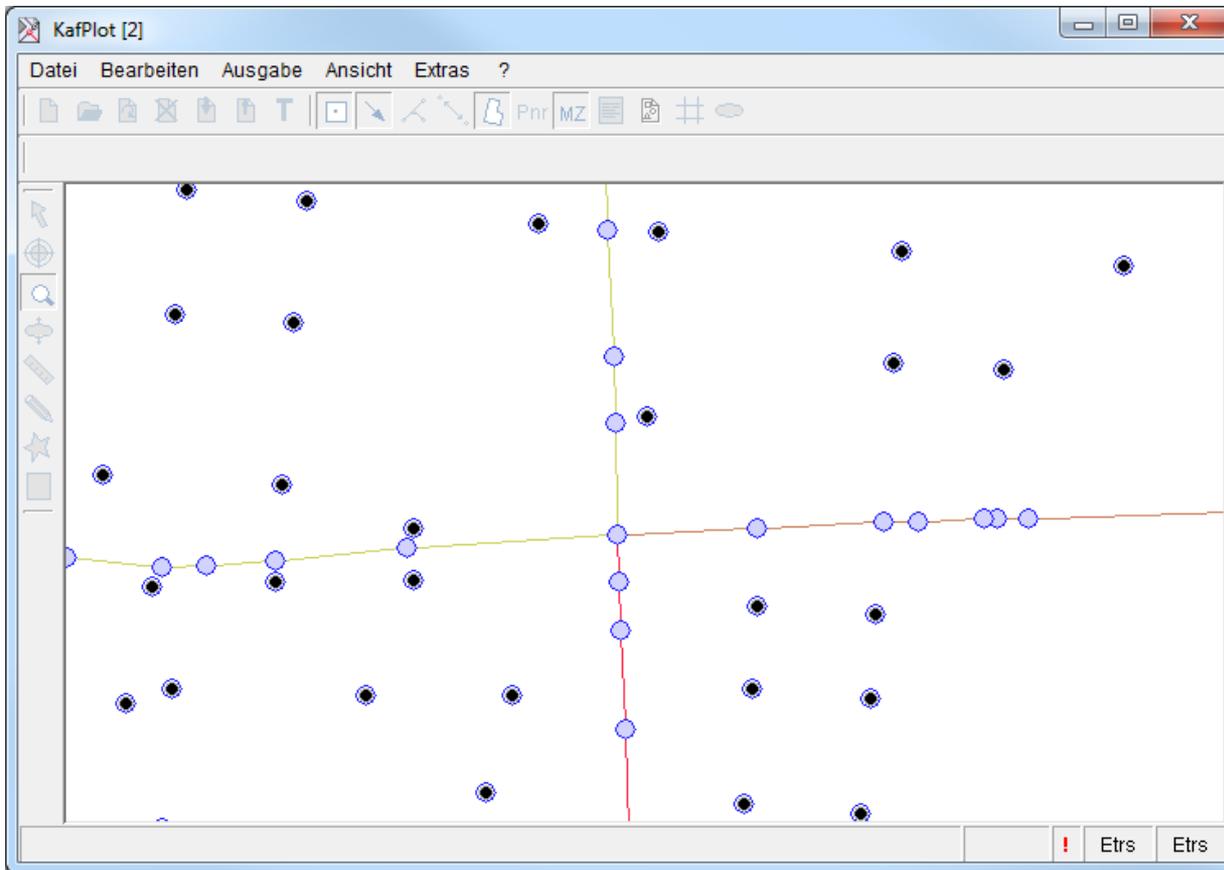
## Randverknüpfung



Punktidentitäten werden als Bedingung gespeichert...

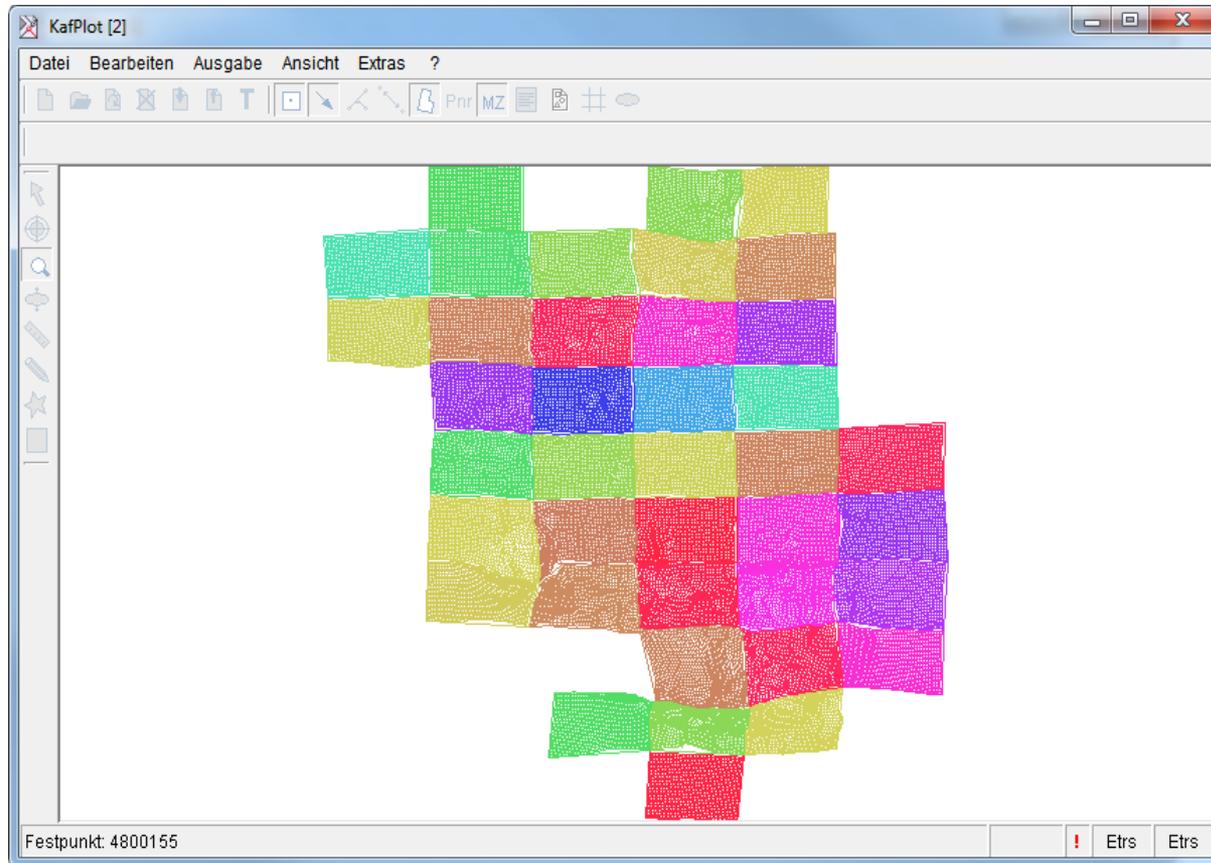
# Schmettau'sches Kartenwerk

## Randverknüpfung



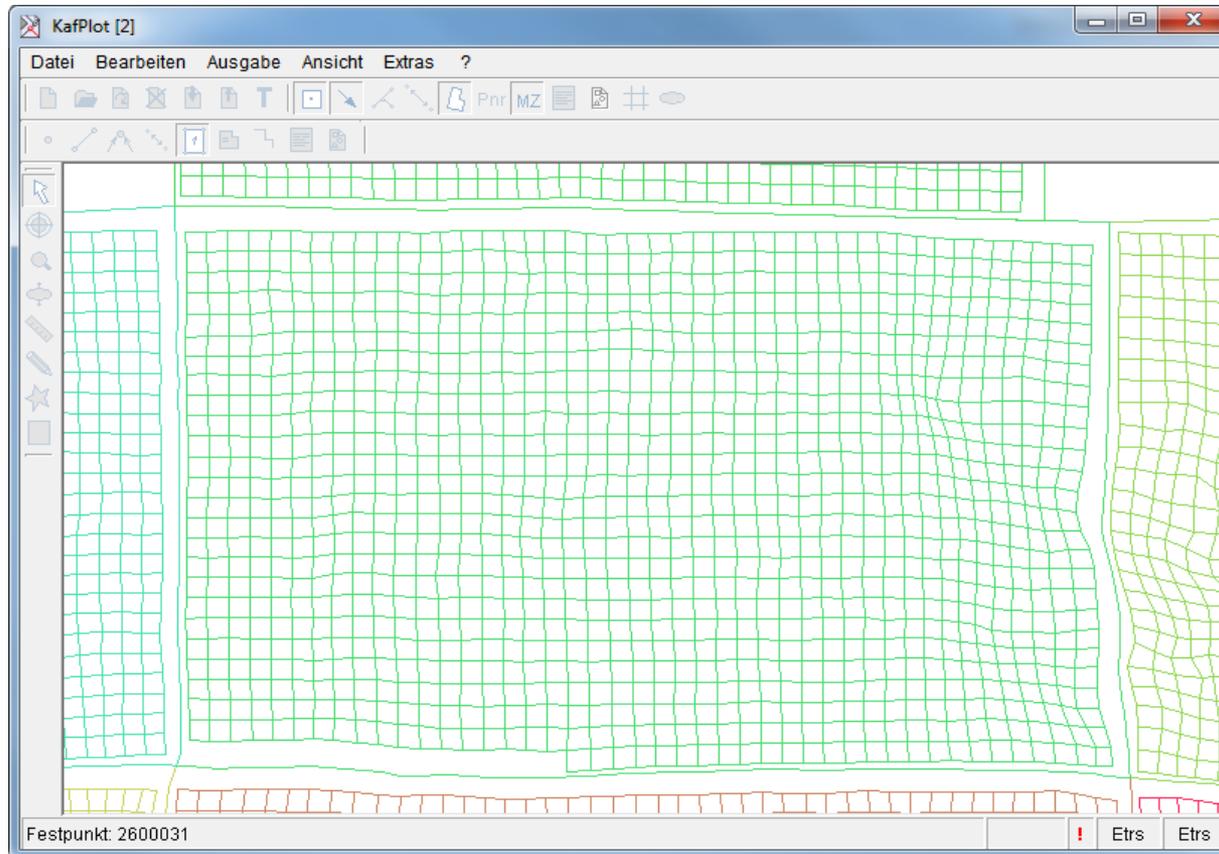
... und durch die Ausgleichung vereinigt.

# Schmettau'sches Kartenwerk Gesamtausgleichung



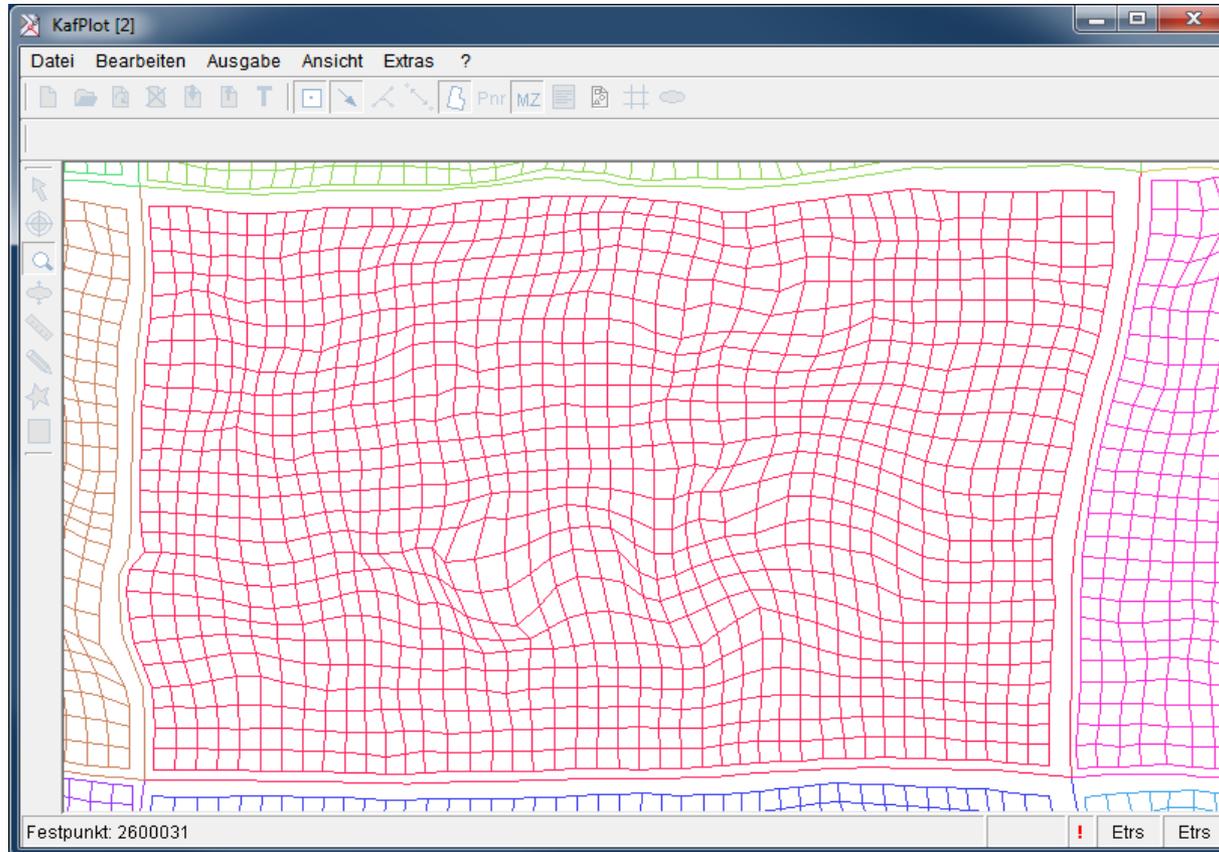
Passpunkte + verknüpfte Randpunkte + Gitter

# Schmettau'sches Kartenwerk Gesamtausgleichung



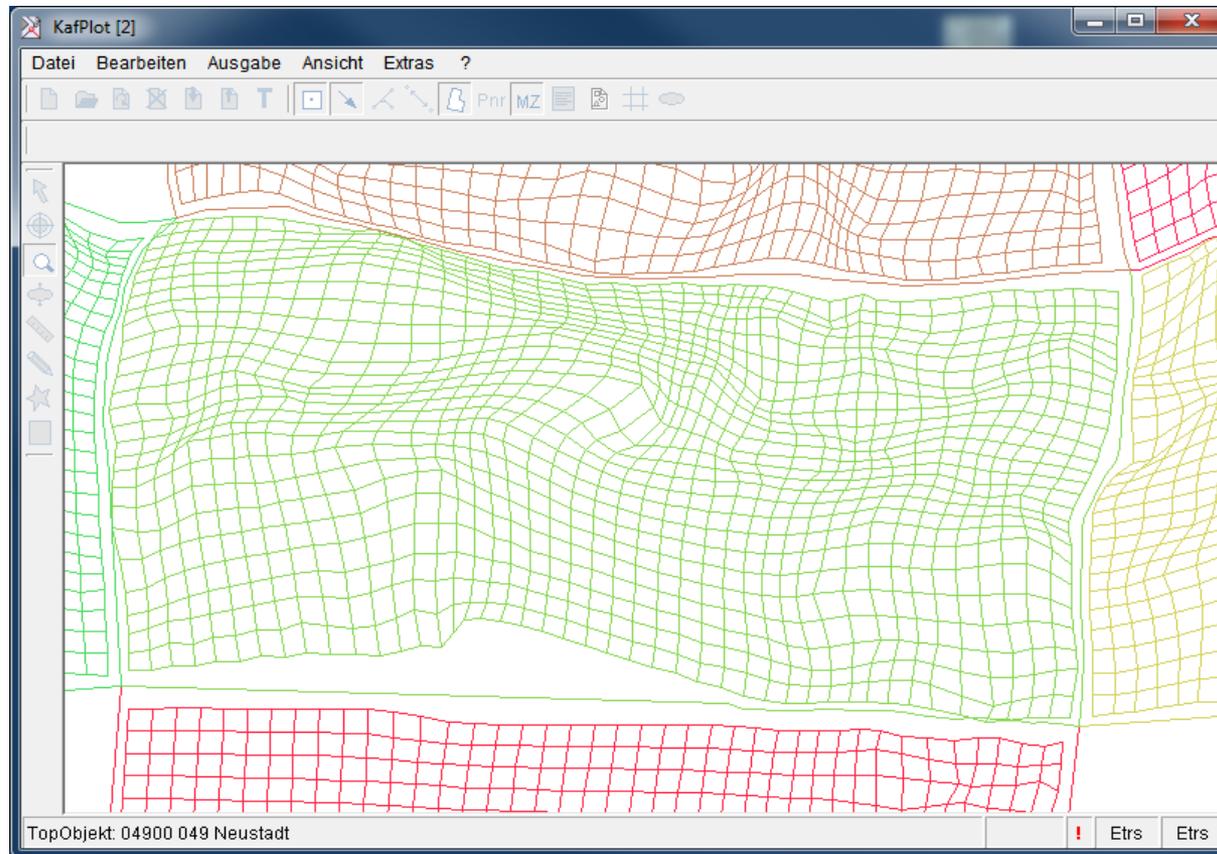
Blatt 036\_Pritzwalck

# Schmettau'sches Kartenwerk Gesamtausgleichung



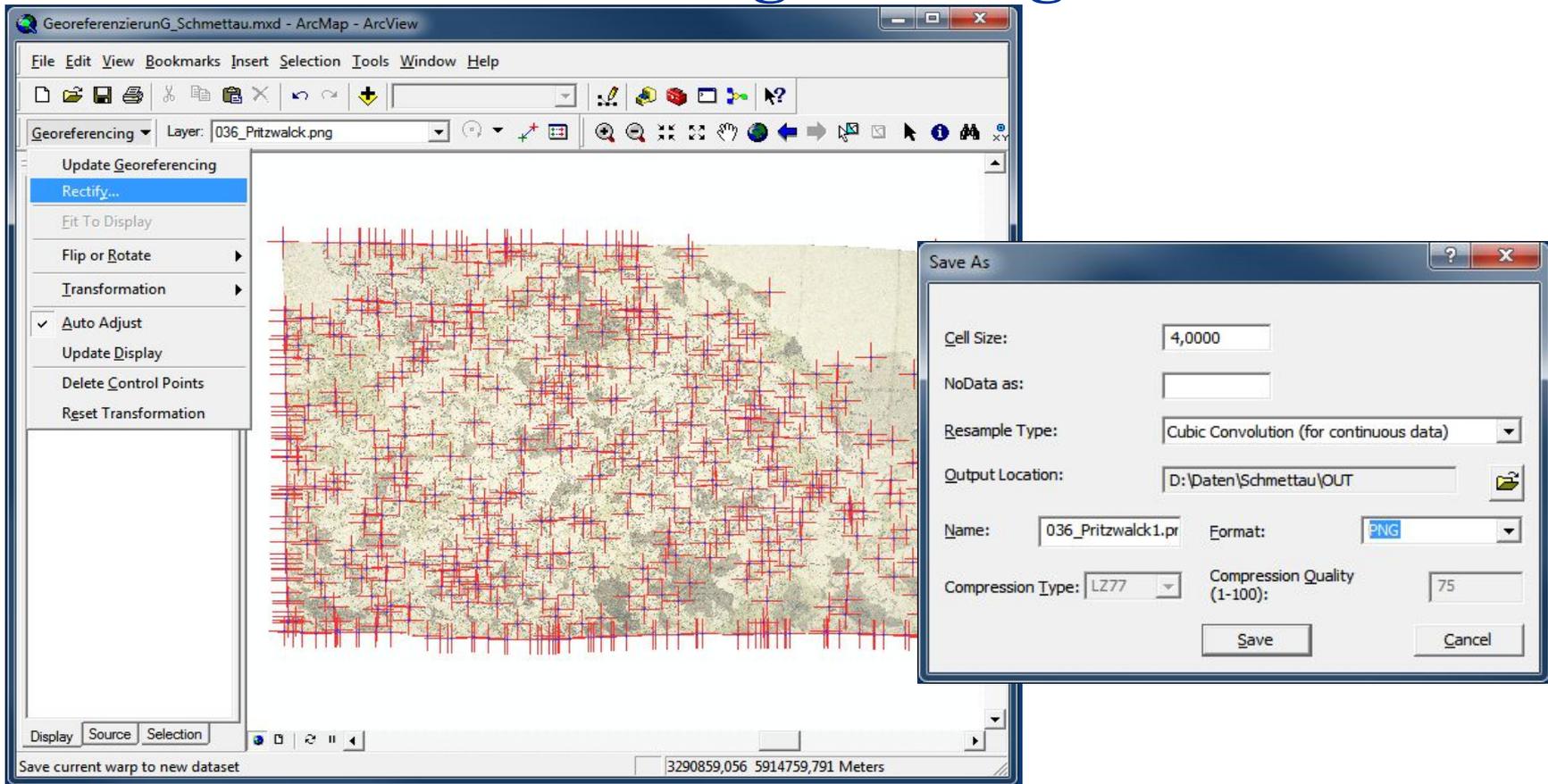
Blatt 059\_Neuruppin

# Schmettau'sches Kartenwerk Gesamtausgleichung



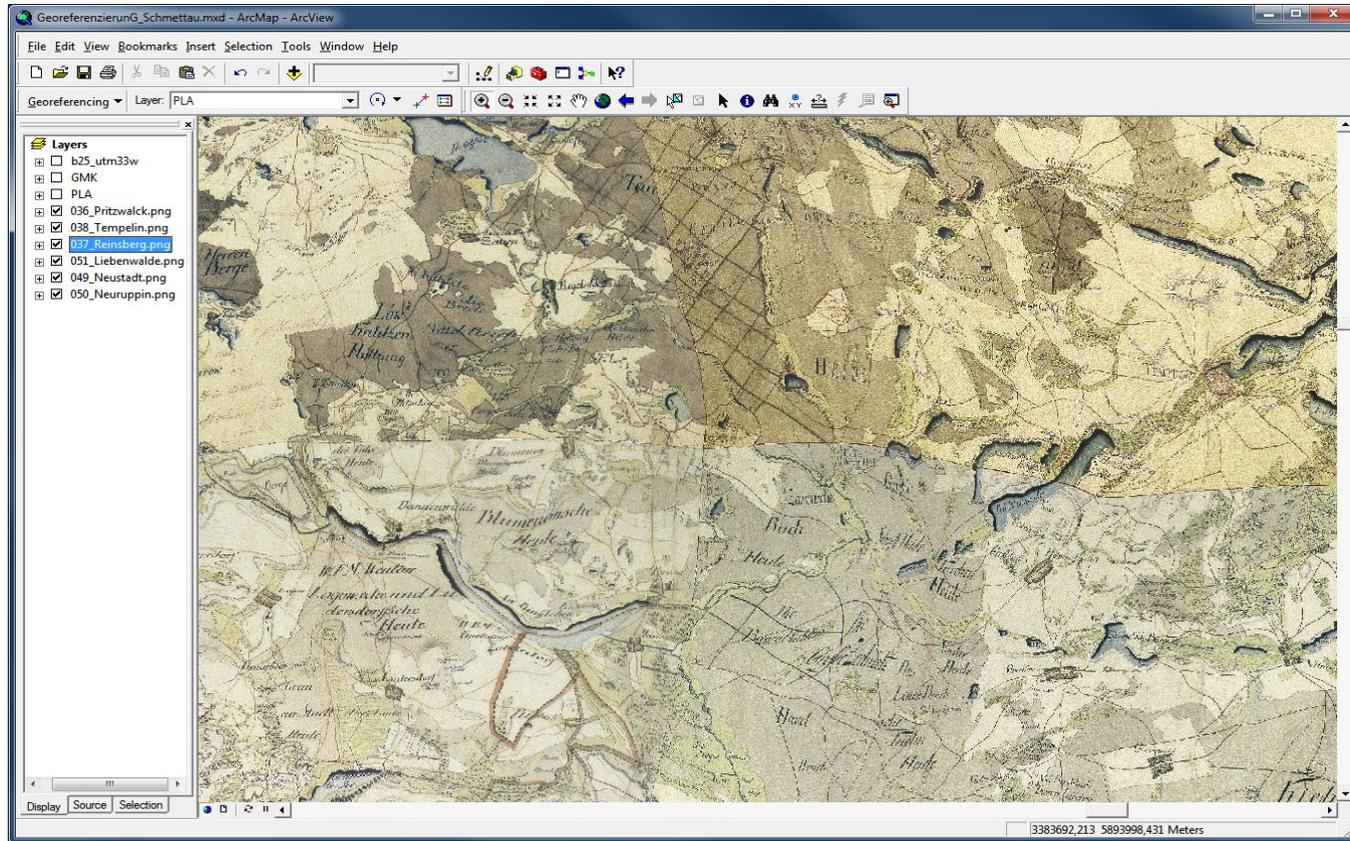
Blatt 117\_Senftenberg

# Schmettau'sches Kartenwerk Bildausgleichung



Bildausgleichung mit Pass- und verknüpften Randpunkten

# Schmettau'sches Kartenwerk Ergebnis Bildausgleichung



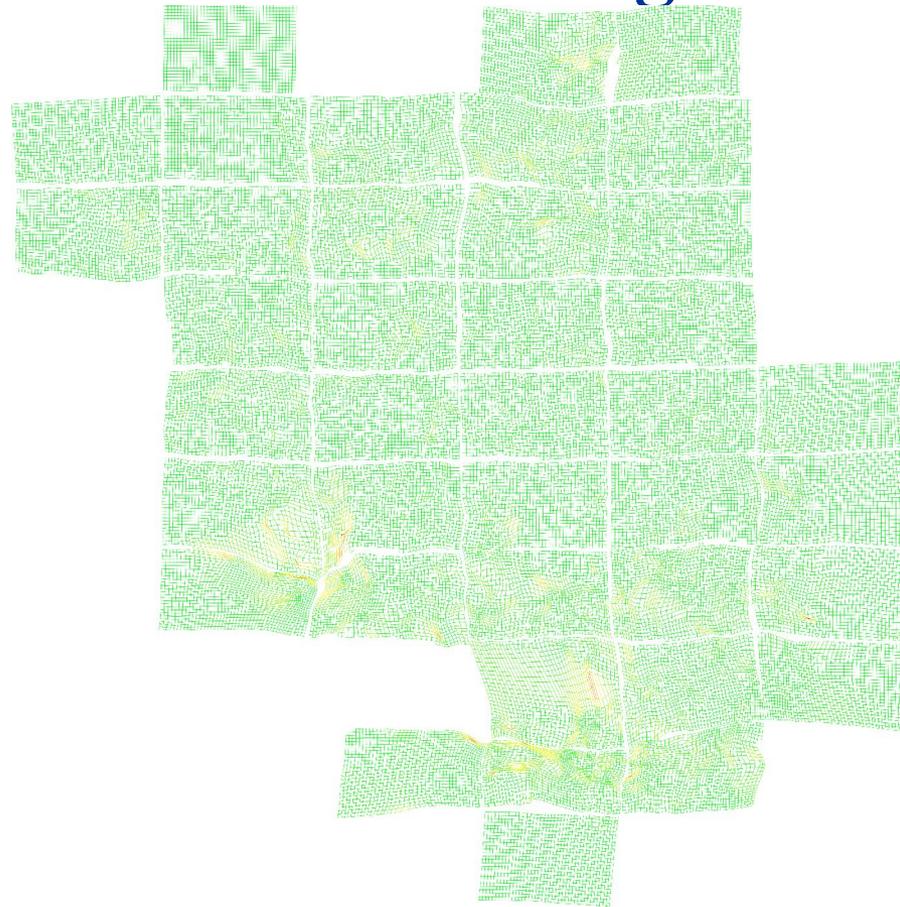
homogenisierte Bilddaten Schmettau für das Land Brandenburg

# Schmettau'sches Kartenwerk Ergebnis Bildausgleichung



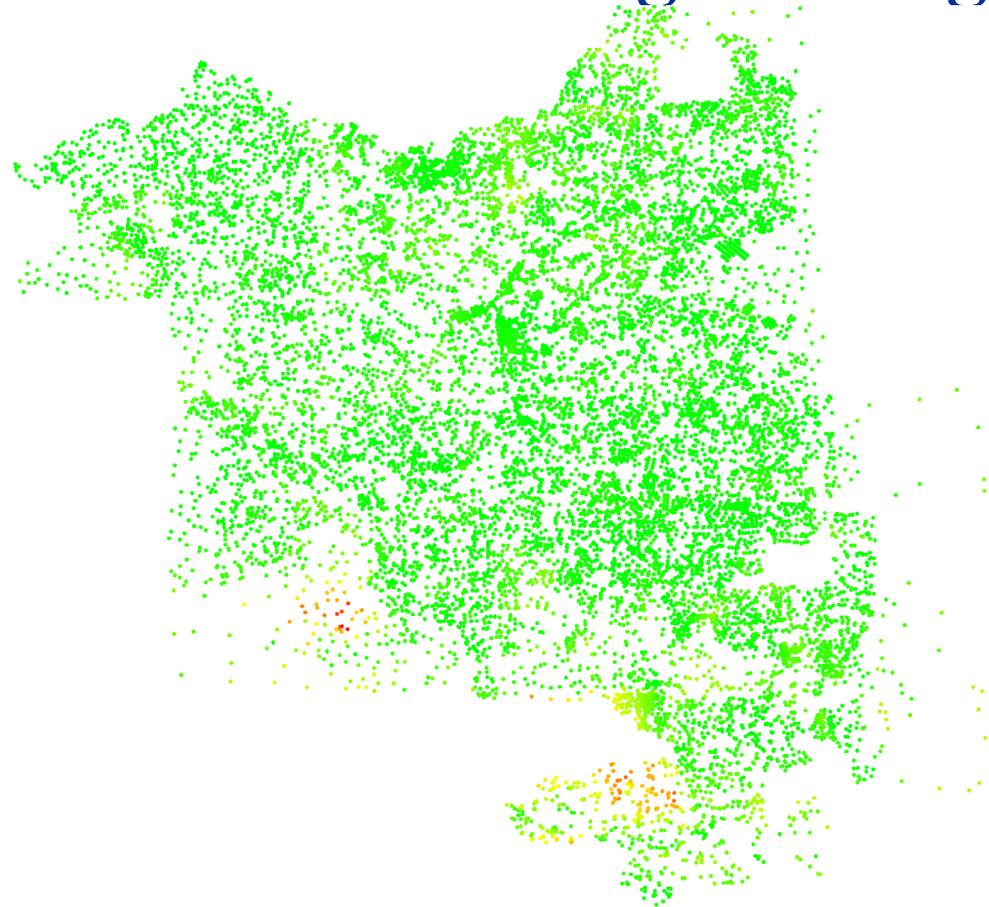
homogenisierte Bilddaten Schmettau für das Land Brandenburg

# Schmettau'sches Kartenwerk Statistik Gesamtausgleichung



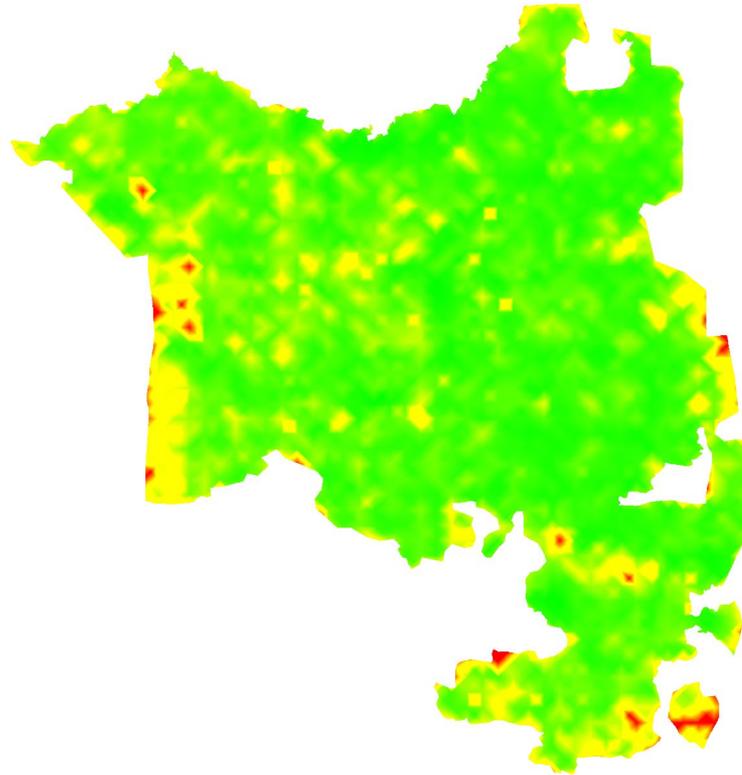
Kartengitter mit Maß der Verzerrung

# Schmettau'sches Kartenwerk Statistik Gesamtausgleichung



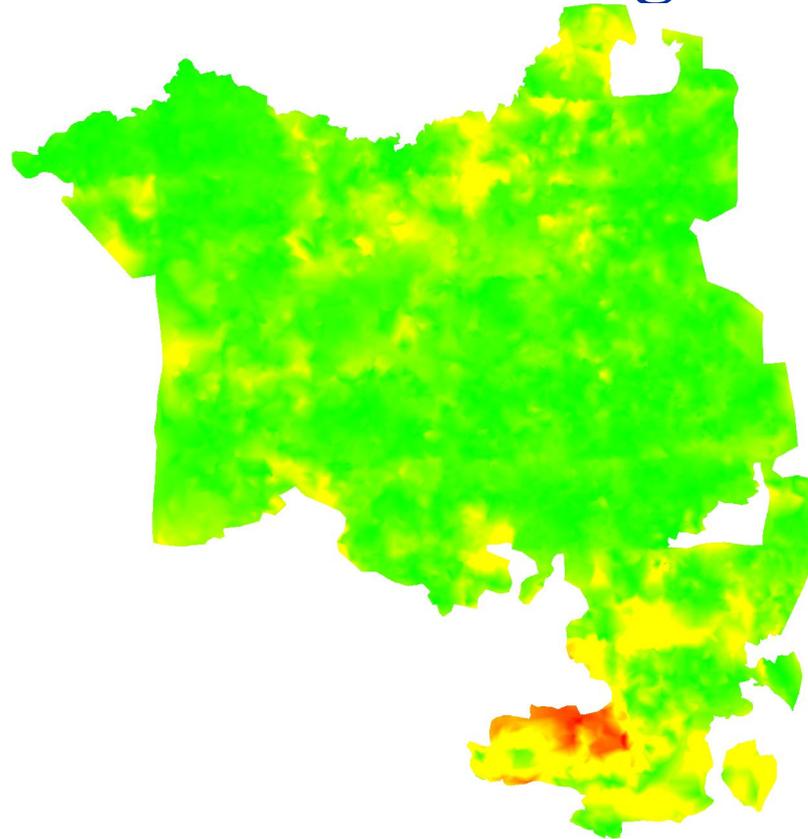
Passpunkte mit Restklaffen

# Schmettau'sches Kartenwerk Statistik Gesamtausgleichung



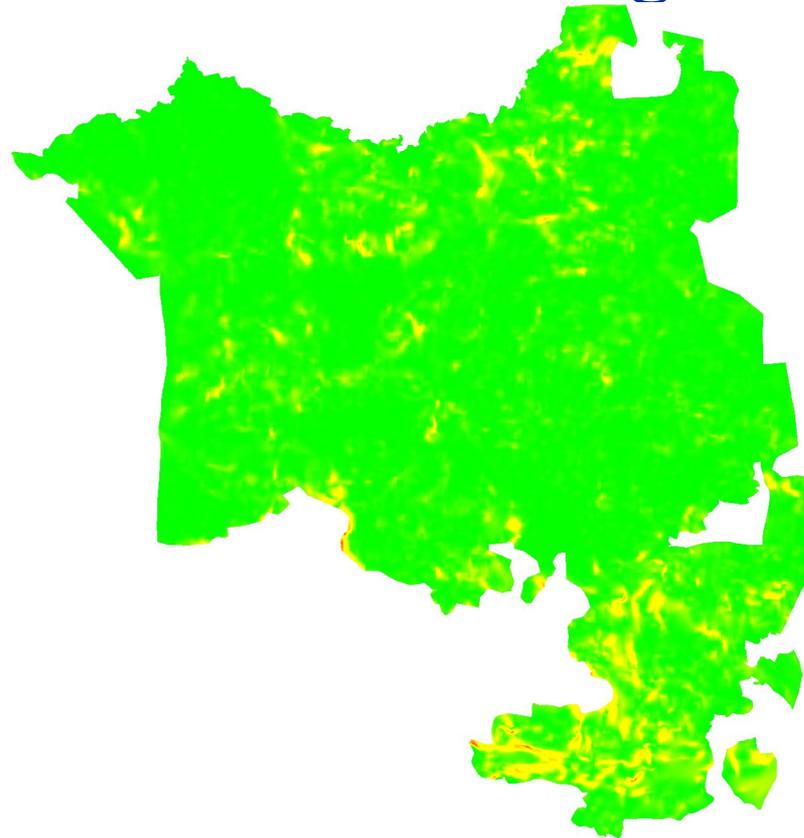
Passpunktdichte

# Schmettau'sches Kartenwerk Statistik Gesamtausgleichung



Restklaffen

# Schmettau'sches Kartenwerk Statistik Gesamtausgleichung



Verformung

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Karteninhalt

### Drei wesentliche Darstellungstiefen

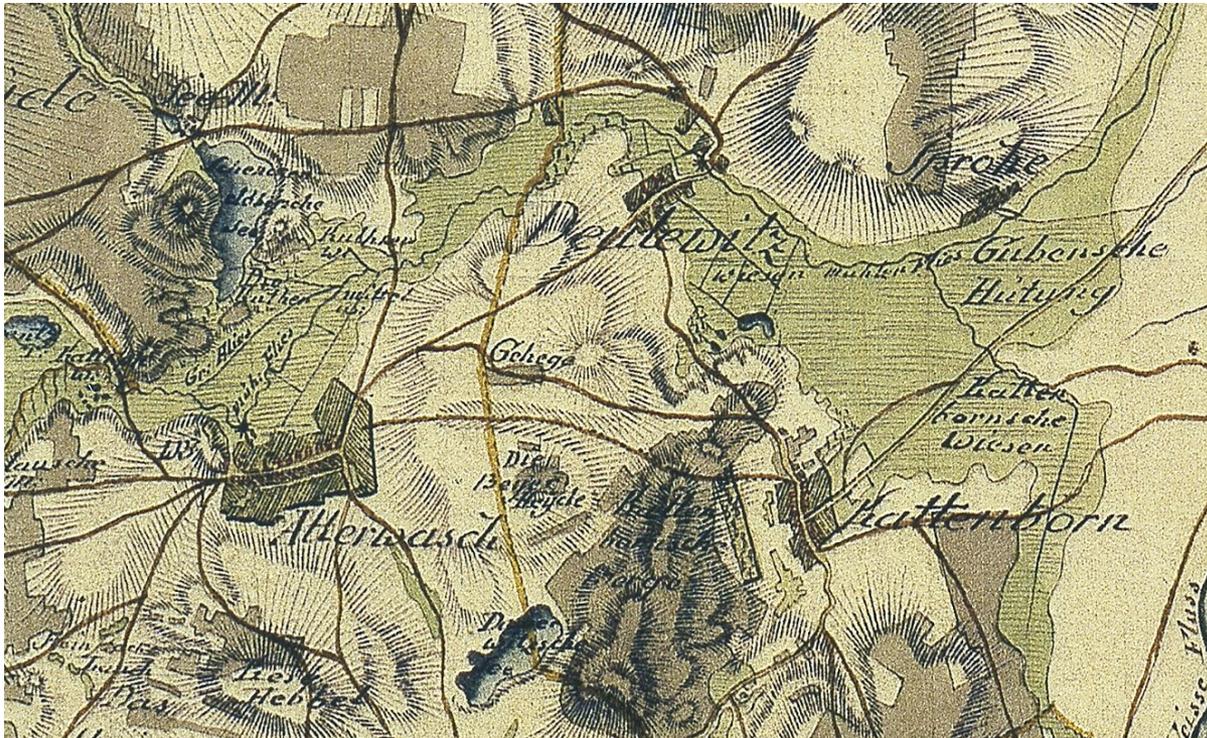


abhängig:

- vom Bearbeiter?
- von den politischen Verhältnissen?

# Schmettau'sches Kartenwerk

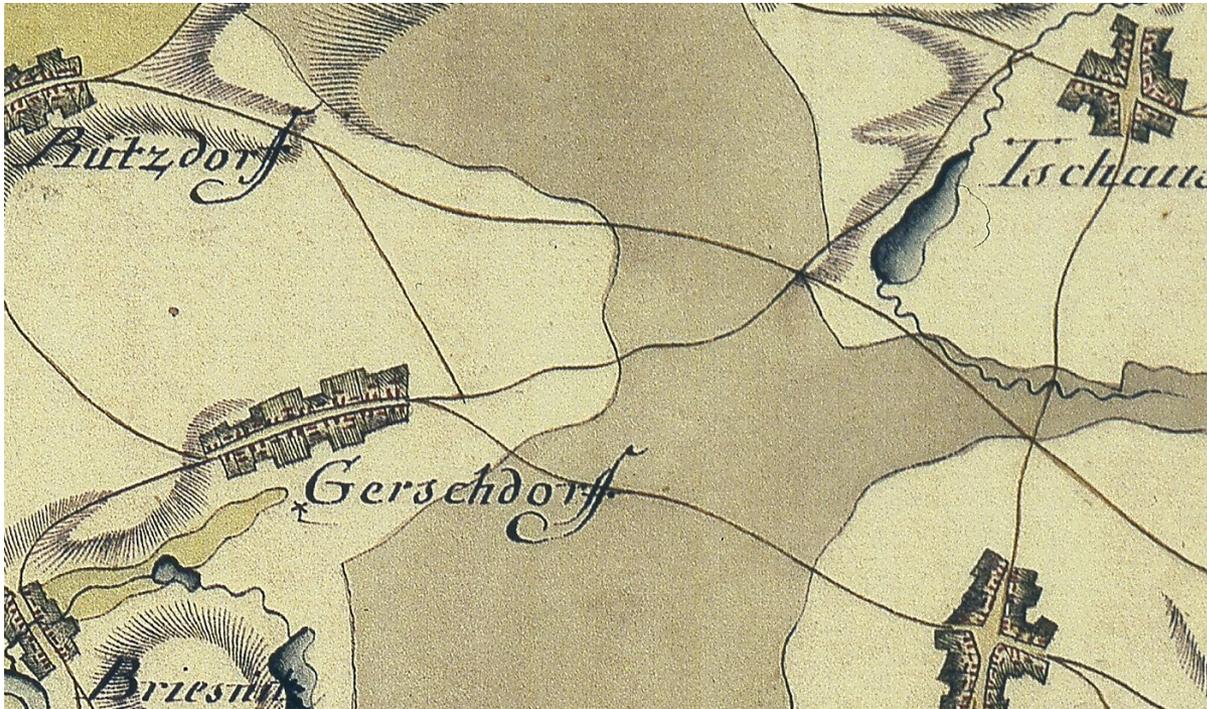
## Karteninhalt



### 1. Hohe Darstellungsdichte

# Schmettau'sches Kartenwerk

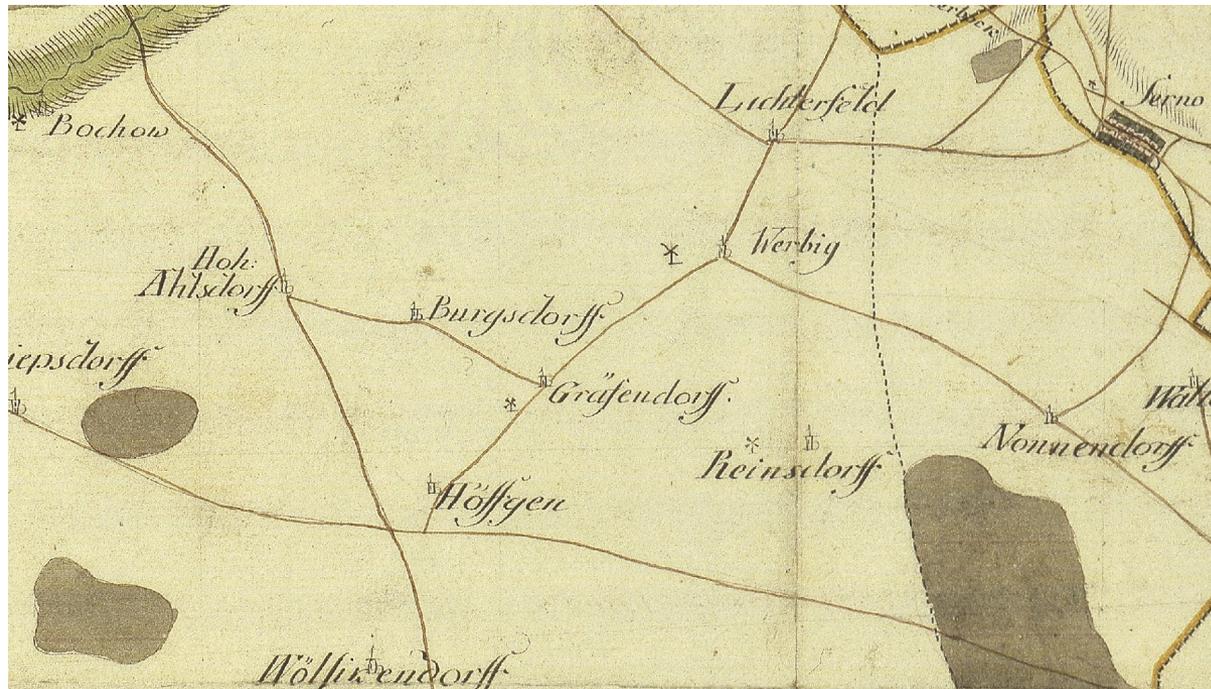
## Karteninhalt



## 2. Durchschnittliche Darstellungsdichte

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Karteninhalt



### 3. geringe Darstellungsdichte

# Schmettau'sches Kartenwerk

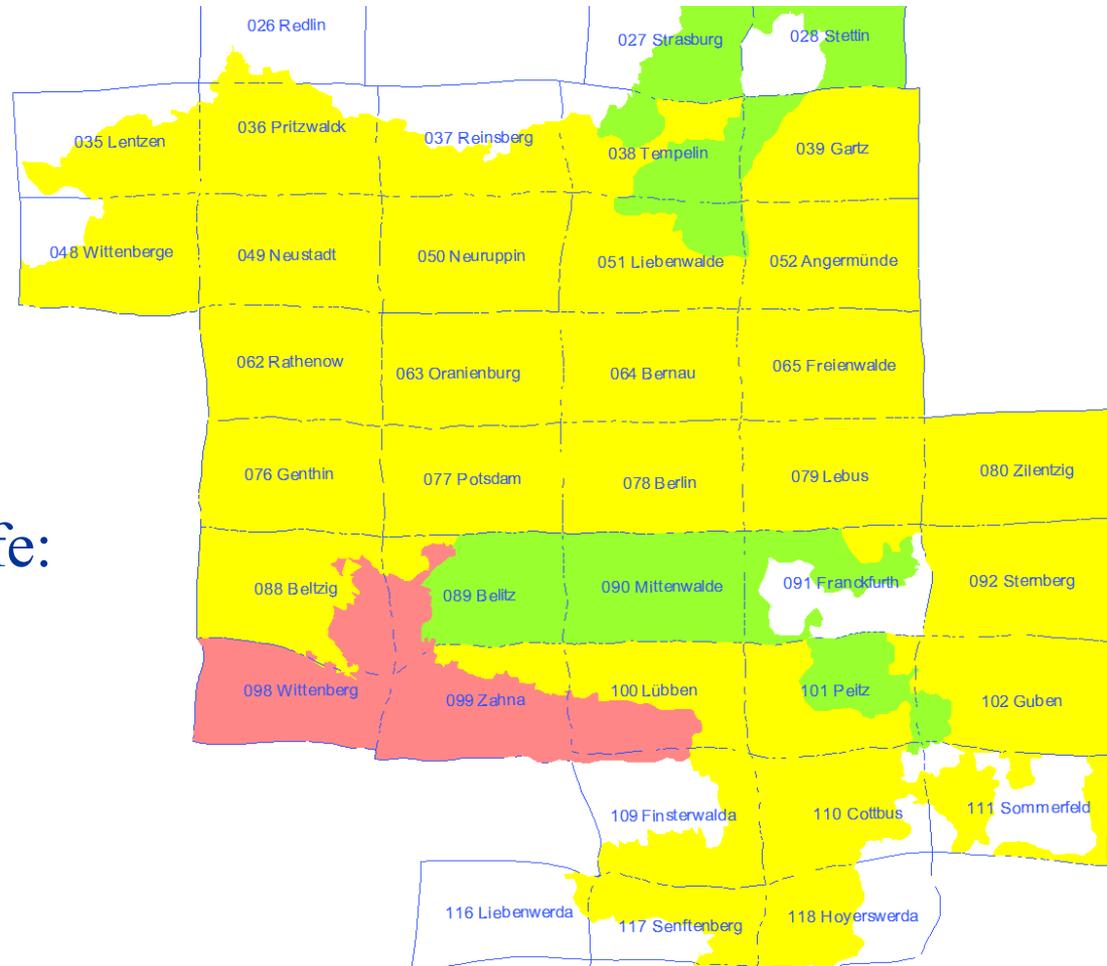
## Karteninhalt



### 4. Keine Darstellung

# Schmettau'sches Kartenwerk

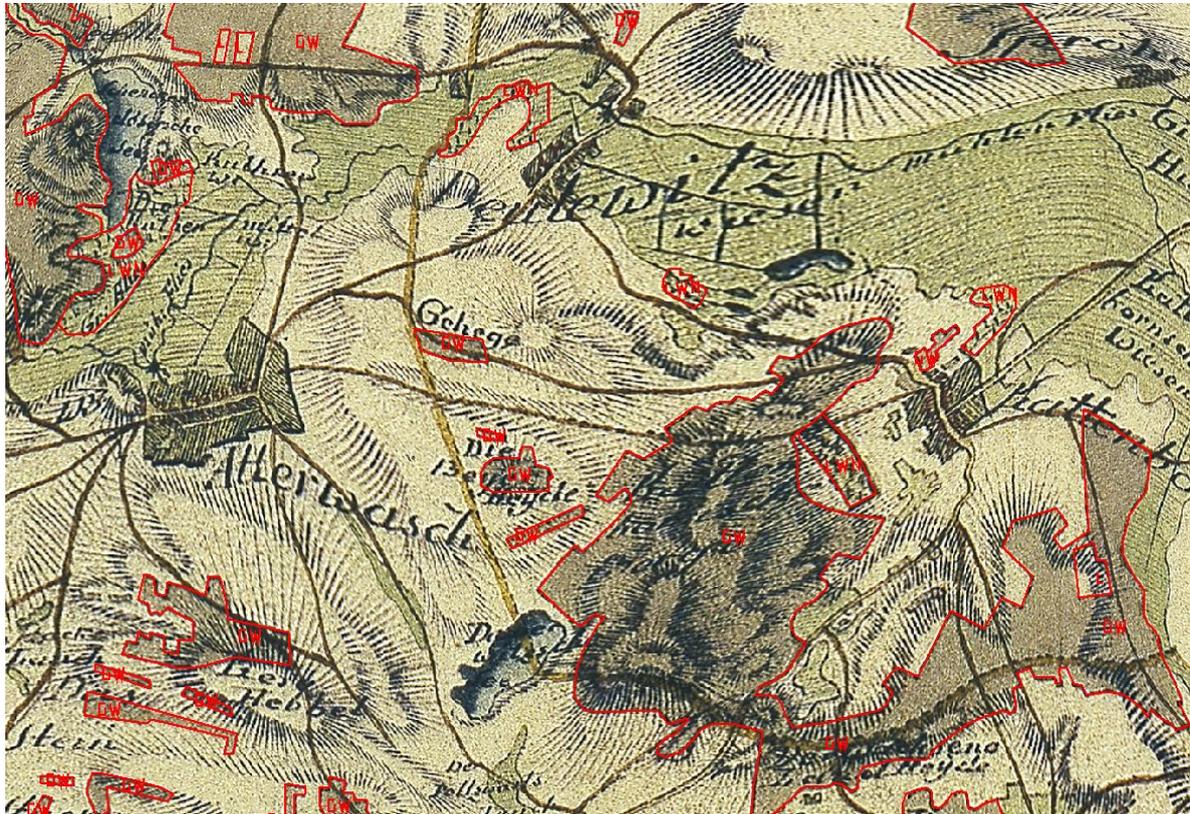
## Karteninhalt



Darstellungstiefe:

grün: hoch  
 gelb: normal  
 rot: gering

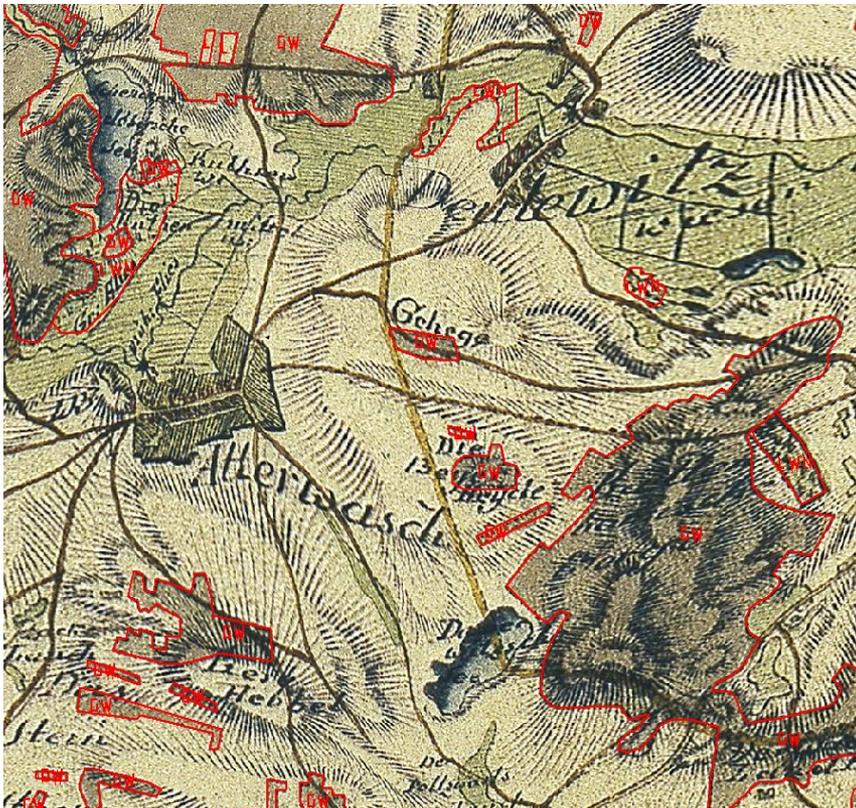
# Schmettau'sches Kartenwerk Vektorisierung



**9.140 Flächen**

# Schmettau'sches Kartenwerk

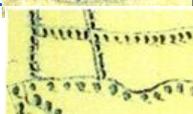
## Vektorisierung



- über Verkehrsstrassen oder linienhafte Gewässer hinweg digitalisiert
- Aussparung größerer Trassen
- keine Anpassung an Forststrukturen
- gleichzeitige Attributierung

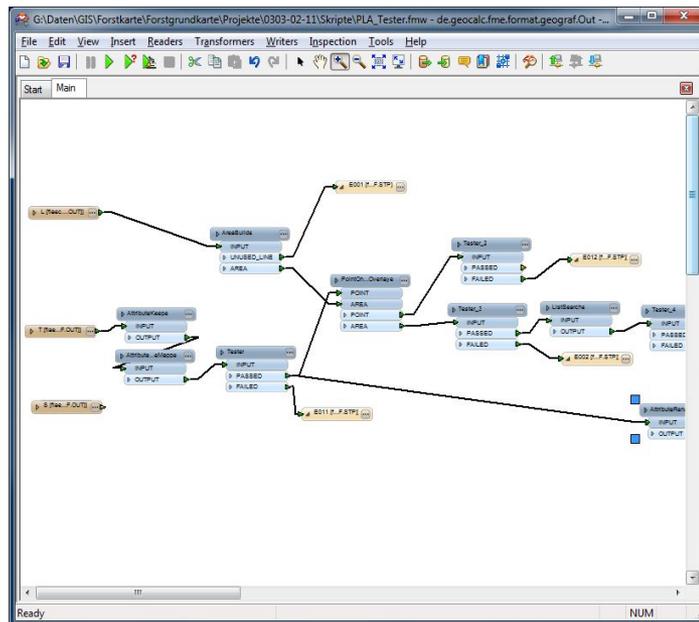
# Schmettau'sches Kartenwerk

## Klassifizierung

Geschlossener Wald	1		Wüster Acker	51	
Geschlossener Wald auf nassen Standorten	2		Plantage bzw. Gärten	52	
Lichter Wald auf feuchten/nassen Standorten	3		Wege/Gewässer einseitig bepflanzt	61	
Lichter Wald auf frischen/feuchten Standorten	4		Wege/Gewässer zweiseitig bepflanzt	62	
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				

# Schmettau'sches Kartenwerk

## Datenprüfung



### Topologieprüfung Flächenobjekte:

- ohne Überlappungen
- Nachbarflächen müssen sich in Attributen unterscheiden

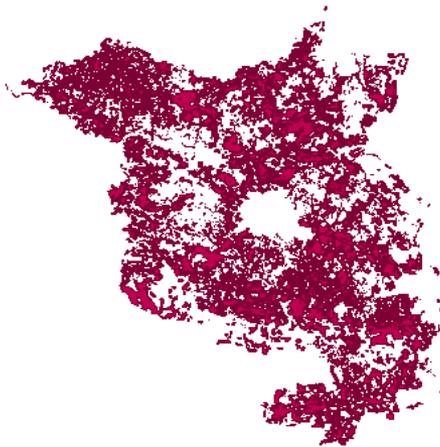
# Schmettau'sches Kartenwerk

## Ergebnisse



### Bilddaten:

- georeferenziertes Kartenwerk Schmettau
- Stand um 1780



### Vektordaten:

- nicht flächendeckend Waldflächen
- inhomogener Inhalt und Qualität
- aber es sind die ältesten verfügbaren Daten!

# Obligatorischer Hinweis

Dieses Projekt wird gefördert durch:

Investition in **Ihre** Zukunft!



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung  
[www.efre.brandenburg.de](http://www.efre.brandenburg.de)

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

Weitere Informationen unter: [www.oebvi-schroeder.de](http://www.oebvi-schroeder.de)