

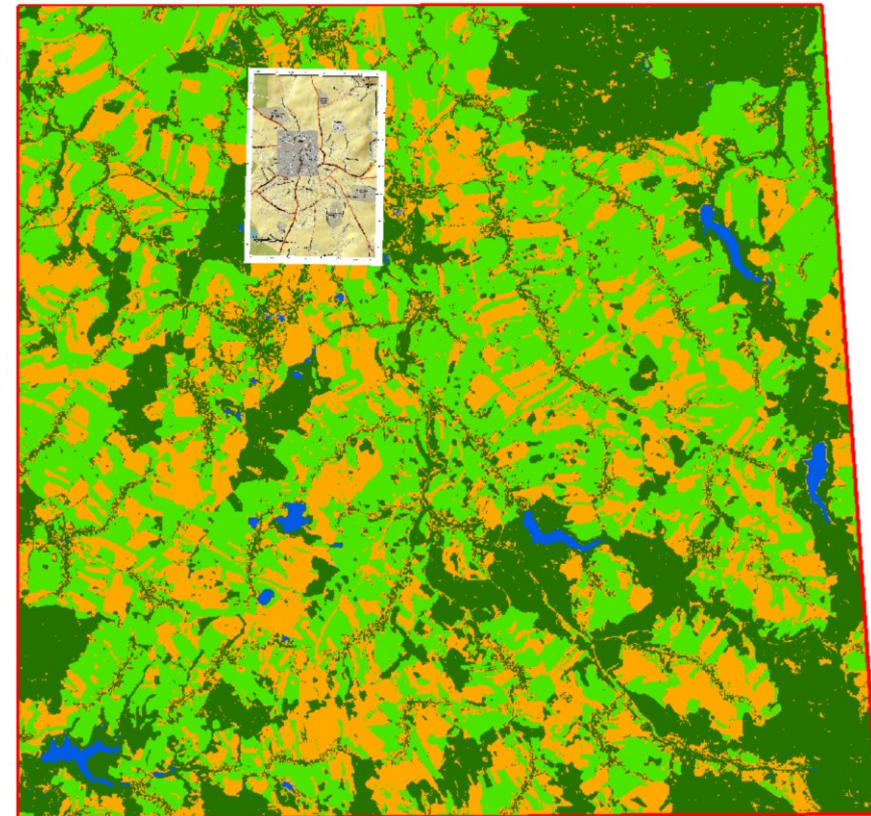
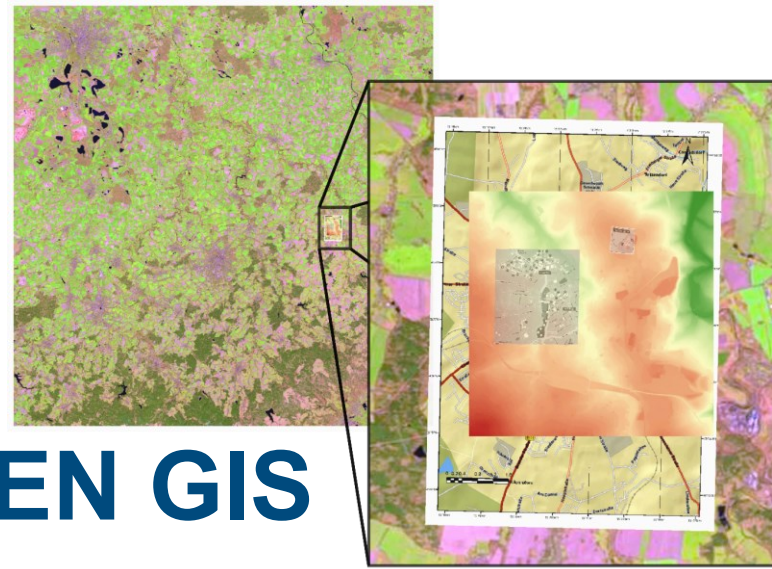


TUBAF

Die Ressourcenuniversität.
Seit 1765.

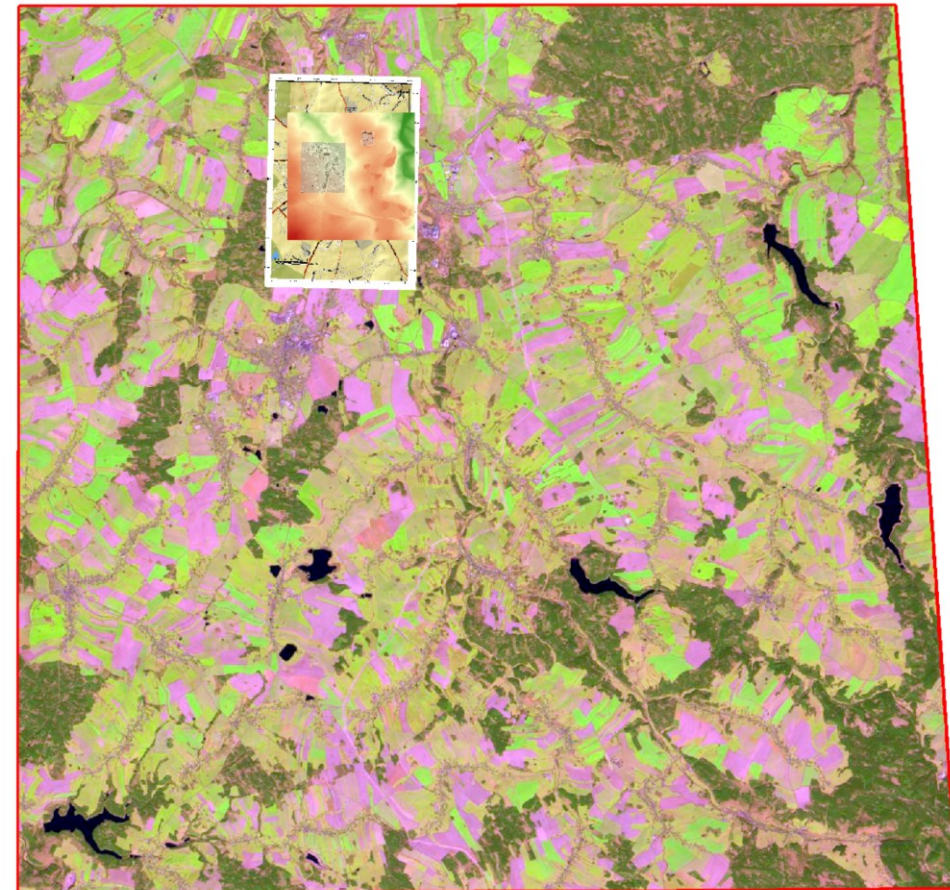
ÜBUNG GRUNDLAGEN GIS

Klassifikation von Rasterdaten



Datengrundlage und Vorarbeiten

1. Legen Sie eine neue Kartenansicht namens „LNK“ (UTM Zone 33N) und eine zugehörige Geodatenbank „LNK“ in Ihrem Projekt an.
2. Laden Sie Ihren extrahierten Ausschnitt aus dem Satellitenbild aus der letzten Übungsaufgabe in die neue Kartenansicht.
3. (Exportieren sie den Ausschnitt in ihre neue Datenbank.)



Theorie: Klassifikation

Maschinelles Lernen: Vorhersage einer Output-Variable $\hat{Y} \in \mathbb{G}$ basierend auf Input-Variablen $X \in \mathbb{R}^p$ (mit p Einzelvariablen) mit $\hat{Y} \approx Y$

- Regression: $\mathbb{G} \subseteq \mathbb{R}$ (kontinuierlich): $\hat{Y} = f(X)$
- **Klassifikation:** $\mathbb{G} = \mathbb{C} = \{c_1, c_2, \dots, c_{n_c}\}$ (kategorisch): $\forall x \in X \rightarrow y(x) = c \in \mathbb{C}$

Unsupervised vs supervised Klassifikation:

- Unsupervised: $\{X, \hat{Y}: \hat{Y} = O(X)\}$ mittels eines gegebenen Operators O
- **Supervised:** $\{X, \hat{Y}: \hat{Y} = O(X) | (x_i, y_i)\}$ mittels eines gegebenen Operators O und Trainingsdaten (x_i, y_i)

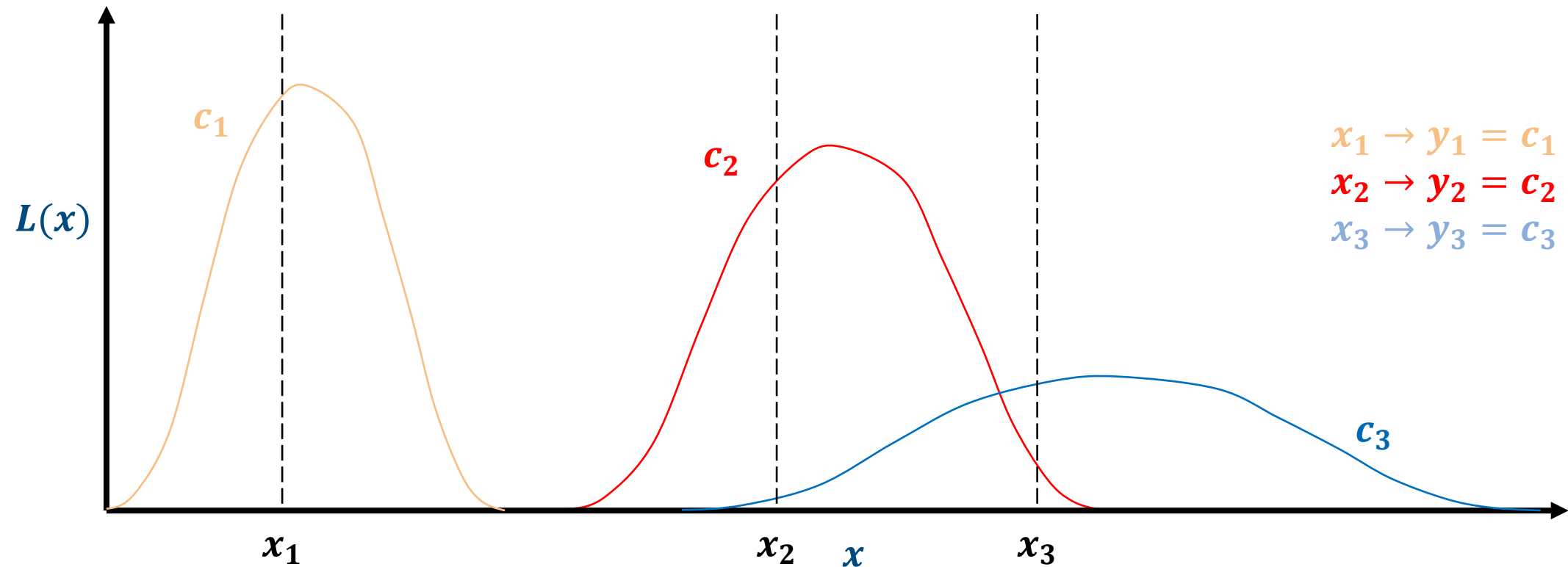
Theorie: Maximum-Likelihood-Klassifikation

Supervised Klassifikation basierend auf multivariater Statistik: $x_i \in \mathbb{R}^{n \times p}$

- Kovarianzmatrix $C_c(x_i) \in \mathbb{R}^{p \times p}$ und Mittelvektor $m_c(x_i) \in \mathbb{R}^{1 \times p}$ für jede Klasse $c \in \mathbb{C}$ bestimmen für $(x_i, y_i = c)$
- Likelihood $L_c(x) = \text{PDF}(x, C_c, m_c)$

$$\Rightarrow y(x) = \{c \mid \max_{\forall c} L_c(x) = c\}$$

Theorie: Maximum-Likelihood-Klassifikation – 1D Beispiel



Theorie: Maximum-Likelihood-Klassifikation

Vorteile (Solange die Klassenstatistiken stabil berechenbar sind):

- robust gegenüber ungünstiger Verteilung der Trainingsdaten;
- Minimum an Trainingsdaten ausreichend;
- Robust gegenüber Ausreißern in den Trainingsdaten.

Nachteile:

- Annahme: Daten für jede Klasse sind normalverteilt
- Klassifikation schwierig bei stark „überlappenden“ Klassenstatistiken, vor allen bei sehr ähnlichen Mittelvektoren.

Praxis: Landnutzungsklassifikation über ML-Klassifikation in ArcGIS Pro

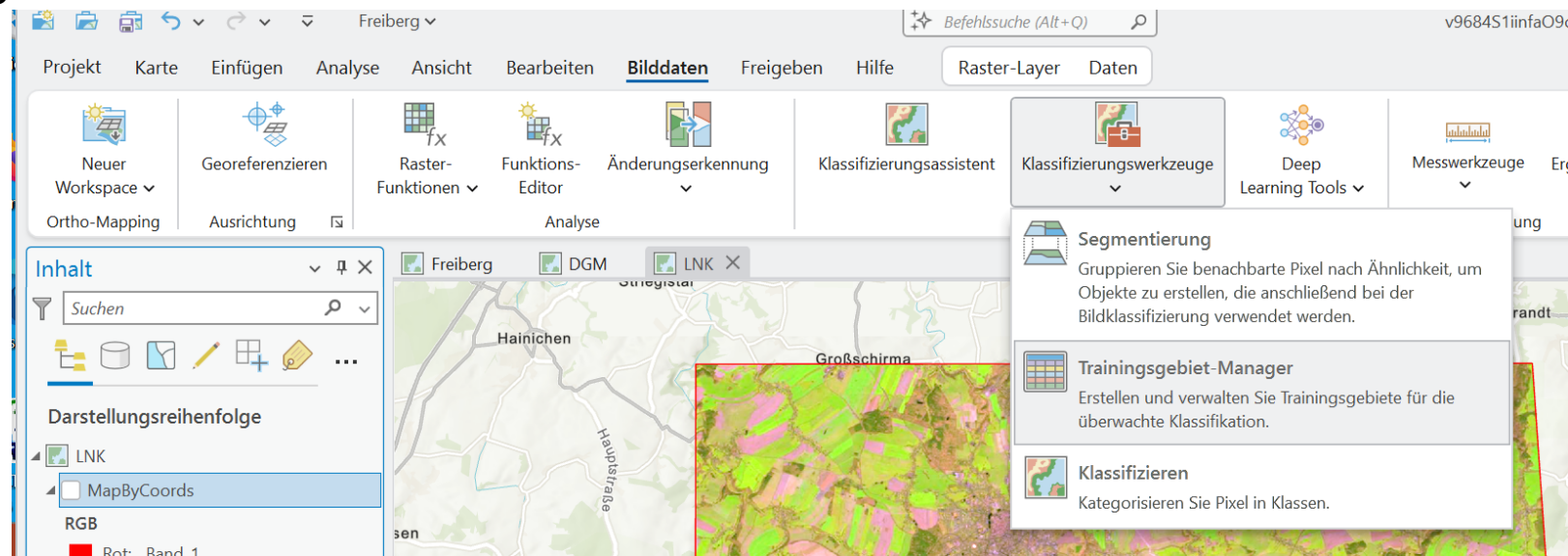
Das Ziel ist eine Polygon-Feature-Class, die Polygone beschreiben dabei lokale Regionen gleicher Klasse.

Folgende Schritte

1. Definition der Trainingsdaten
2. Berechnung der multivariaten Klassenstatistiken
3. Erstellung des klassifizierten Rasters
4. Vektorisierung des klassifizierten Rasters und Erstellung der Feature-Class

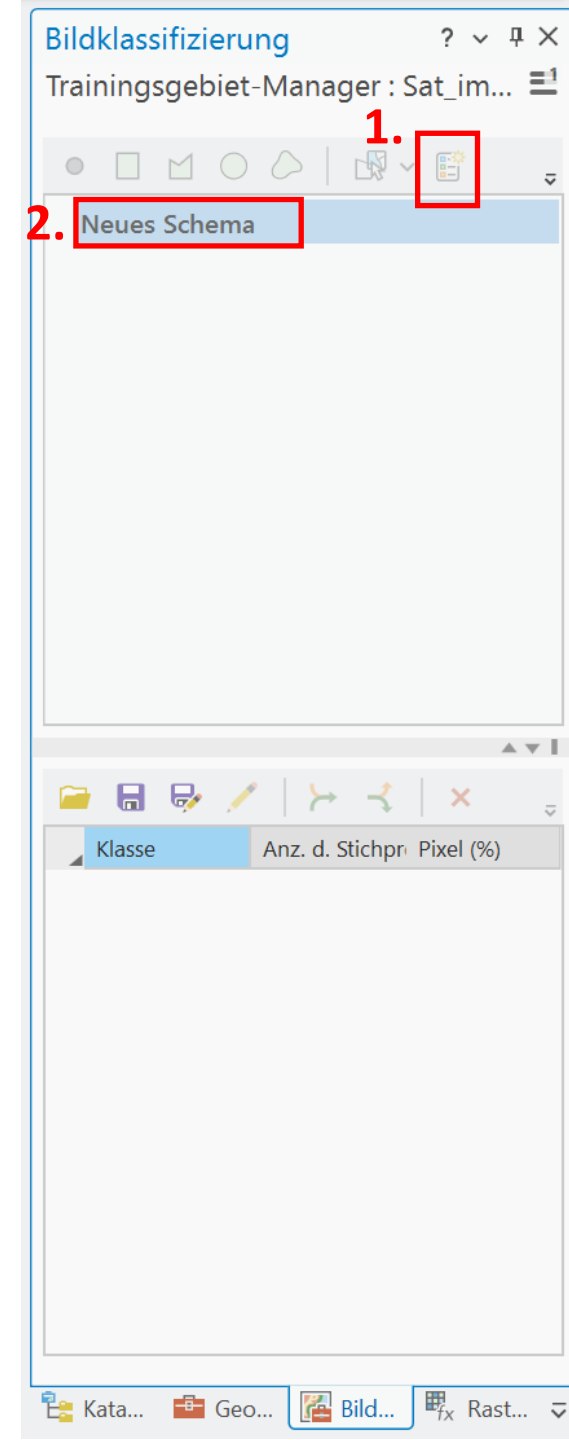
Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

- Ziel: Klassifikation des extrahierten Rasters in Regionen unterschiedlicher Landnutzung:
 1. Waldflächen
 2. Wasserflächen
 3. Äcker und Brachland
 4. Wiesen und Felder
- Selektieren Sie das extrahierte Satellitenbild im Inhaltsbereich
- Kernregisterkarte „Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“



Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

- Kernregisterkarte „Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“
1. Erstellen Sie ein neues Schema
 2. Rechts-Klick auf „Neues Schema“ -> Eigenschaften bearbeiten



Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

- Kernregisterkarte „Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“
1. Erstellen Sie ein neues Schema
 2. Rechts-Klick auf „Neues Schema“ -> Eigenschaften bearbeiten
 - Benennen Sie das neue Schema, Schließen Sie mit „Speichern“ ab

The screenshot shows a software window titled 'Bildklassifizierung' with a standard Windows-style title bar (help, maximize, close buttons). Below the title bar is a navigation bar with a back arrow and the text 'Schemaeigenschaften bearbe...'. The main content area is divided into three sections: 'Name' with a text input field containing 'LKN - Grundlagen GIS'; 'Organisation' with a text input field containing 'TUBAF'; and 'Beschreibung' with a large empty text area. At the bottom right of the dialog are two buttons: 'Speichern' and 'Abbrechen'. The Windows taskbar at the bottom shows several open applications: 'Kata...', 'Geo...', 'Bild...', and 'Rast...'.

Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

- Kernregisterkarte „Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“

1. Erstellen Sie ein neues Schema

2. Rechts-Klick auf „Neues Schema“ -> Eigenschaften bearbeiten

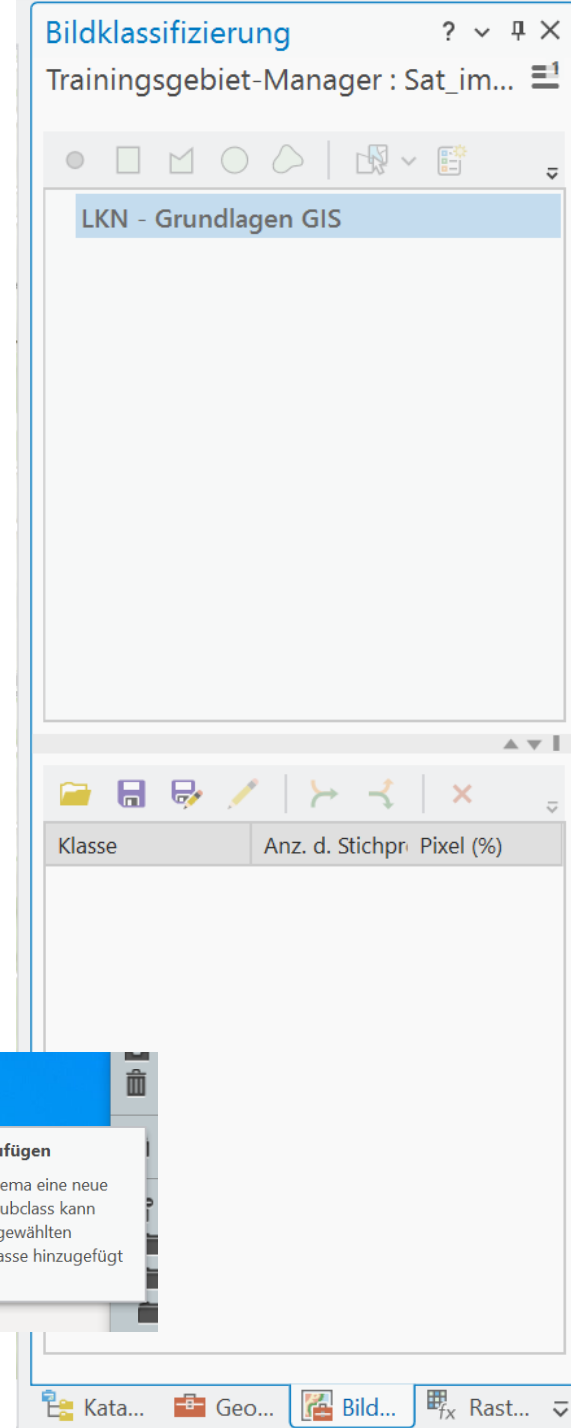
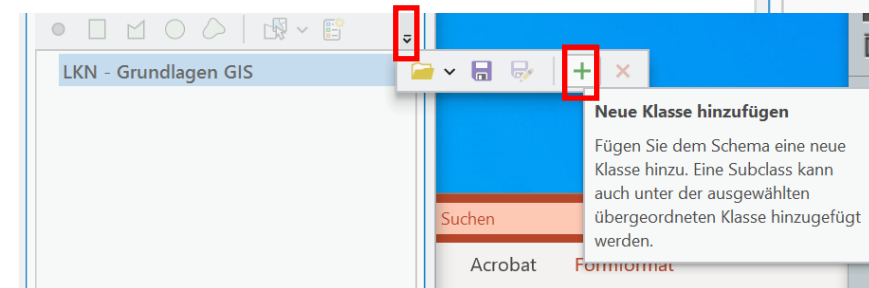
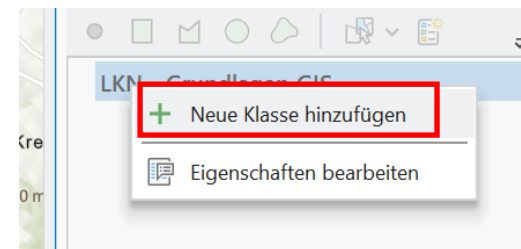
- Benennen Sie das neue Schema, Schließen Sie mit „Speichern“ ab

3. Fügen Sie die neue Klasse „Wald“ hinzu:

- Rechts-Klick auf Schema-Name:

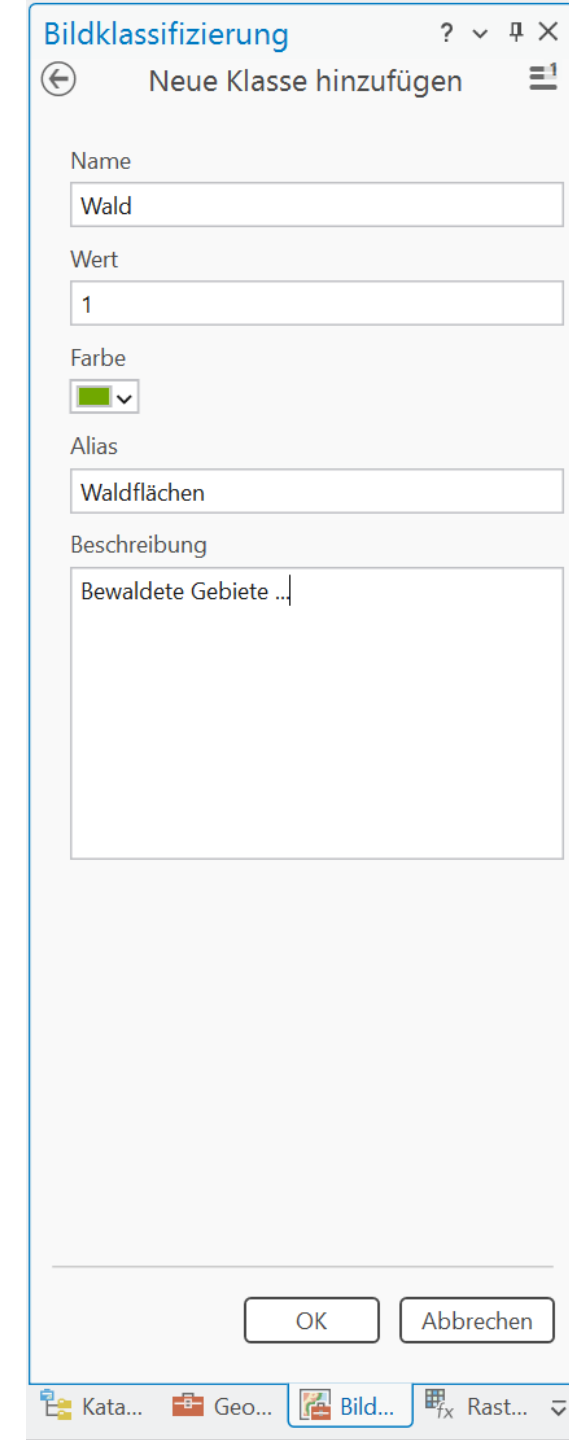
oder

- Über grünes „Plus“-Icon



Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

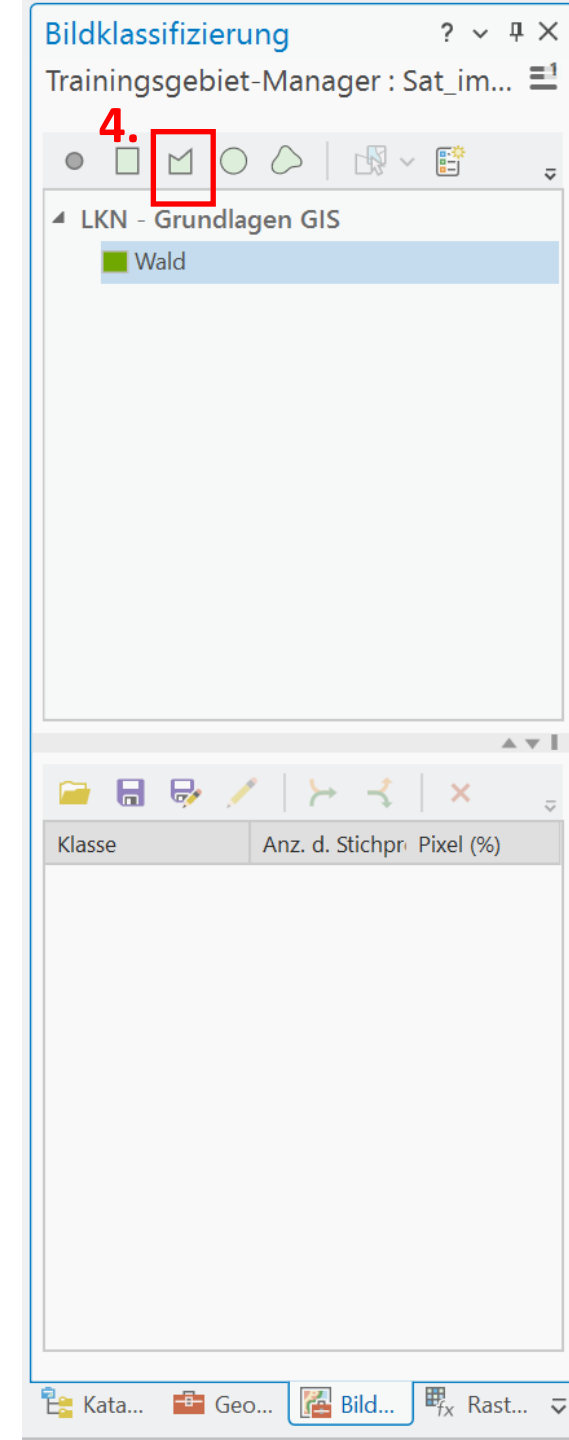
- Kernregisterkarte „Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“
1. Erstellen Sie ein neues Schema
 2. Rechts-Klick auf „Neues Schema“ -> Eigenschaften bearbeiten
 - Benennen Sie das neue Schema, Schließen Sie mit „Speichern“ ab
 3. Fügen Sie die neue Klasse „Wald“ hinzu:
 - Vergeben Sie einen Namen, einen numerischen Wert (z.B. 1), eine Farbe und, ggf. einen Alias und eine Beschreibung
 - Schließen Sie mit „OK“ ab



Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

- Kernregisterkarte „ Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“

1. Erstellen Sie ein neues Schema
2. Rechts-Klick auf „Neues Schema“ -> Eigenschaften bearbeiten
 - Benennen Sie das neue Schema, Schließen Sie mit „Speichern“ ab
3. Fügen Sie die neue Klasse „Wald“ hinzu
4. Zeichnen Sie mittels „Polygon“ großzügig Polygone um Regionen, die Sie als Wald erkennen.
(Doppelklick um Polygon zu beenden)



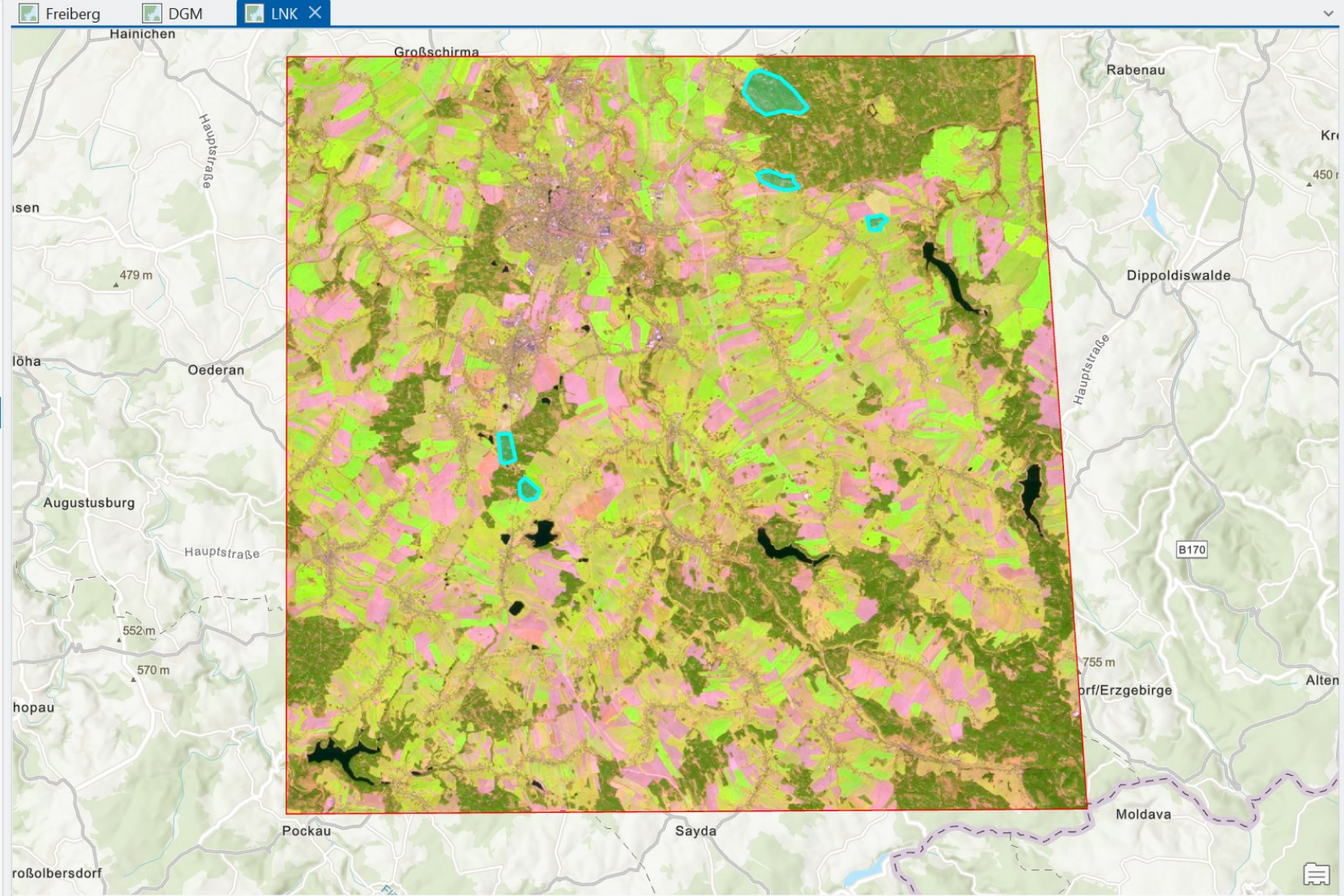
Neuer Workspace Ortho-Mapping
Georeferenzieren Ausrichtung
Raster-Funktionen Analyse
Funktions-Editor
Änderungserkennung
Klassifizierungsassistent
Klassifizierungswerkzeuge Bildklassifizierung
Deep Learning Tools
Messwerkzeuge Messung
Ergebnisse
Werkzeuge
Freigegeben
Motion Imagery

Inhalt

Suchen

Darstellungsreihenfolge

- LNK
 - MapByCoords
 - RGB
 - Rot: Band_1
 - Grün: Band_2
 - Blau: Band_3
 - clippingPolygon
 - Sat_image_Extracted
 - RGB
 - Rot: Band_1
 - Grün: Band_2
 - Blau: Band_3
 - Weltweite topografische Karte
 - World Hillshade



Bildklassifizierung

Trainingsgebiet-Manager : Sat_im...

LKN - Grundlagen GIS

- Wald

Klasse	Anz. d. Stichpr.	Pixel (%)
Wald	1	56,85
Wald	1	15,02
Wald	1	6,47
Wald	1	12,23
Wald	1	9,43

Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

➤ Kernregisterkarte „ Bilddaten“, Punkt „Klassifizierungswerkzeuge“ im Bereich „Bildklassifizierung“, Werkzeug „Trainingsgebiet-Manager“

1. Erstellen Sie ein neues Schema
2. Rechts-Klick auf „Neues Schema“ -> Eigenschaften bearbeiten
 - Benennen Sie das neue Schema, Schließen Sie mit „Speichern“ ab
3. Fügen Sie die neue Klasse „Wald“ hinzu
4. Zeichnen Sie mittels „Polygon“ großzügig Polygone um Regionen, die Sie als Wald erkennen.
(Doppelklick um Polygon zu beenden)
5. Führen Sie ihre Einzelpolygone zu einer Stichprobe zusammen.
Dafür müssen Sie alle betreffenden Polygone selektiert haben.



Bildklassifizierung ? v ↗ ✕
Trainingsgebiet-Manager : Sat_im... ☰

● □ □ ○ ○ | ↗ v ⚙

▾ LKN - Grundlagen GIS

- Wald

5. ↗

Klasse	Anz. d. Stichpr.	Pixel (%)
■ Wald	1	56,85
■ Wald	1	15,02
■ Wald	1	6,47
■ Wald	1	12,23
■ Wald	1	9,43

Kata... Geo... Bild... Rast...

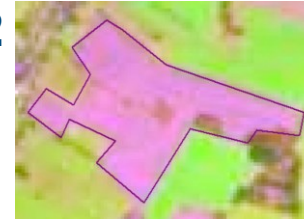
Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

- Wiederholen Sie dies für die weiteren Klassen
 1. Wasserflächen
 2. Acker / Brachland
 3. Feld / Wiese

1



2



3



Projekt **Karte** Einfügen Analyse Ansicht Bearbeiten Bilddaten Freigeben Hilfe Raster-Layer Daten

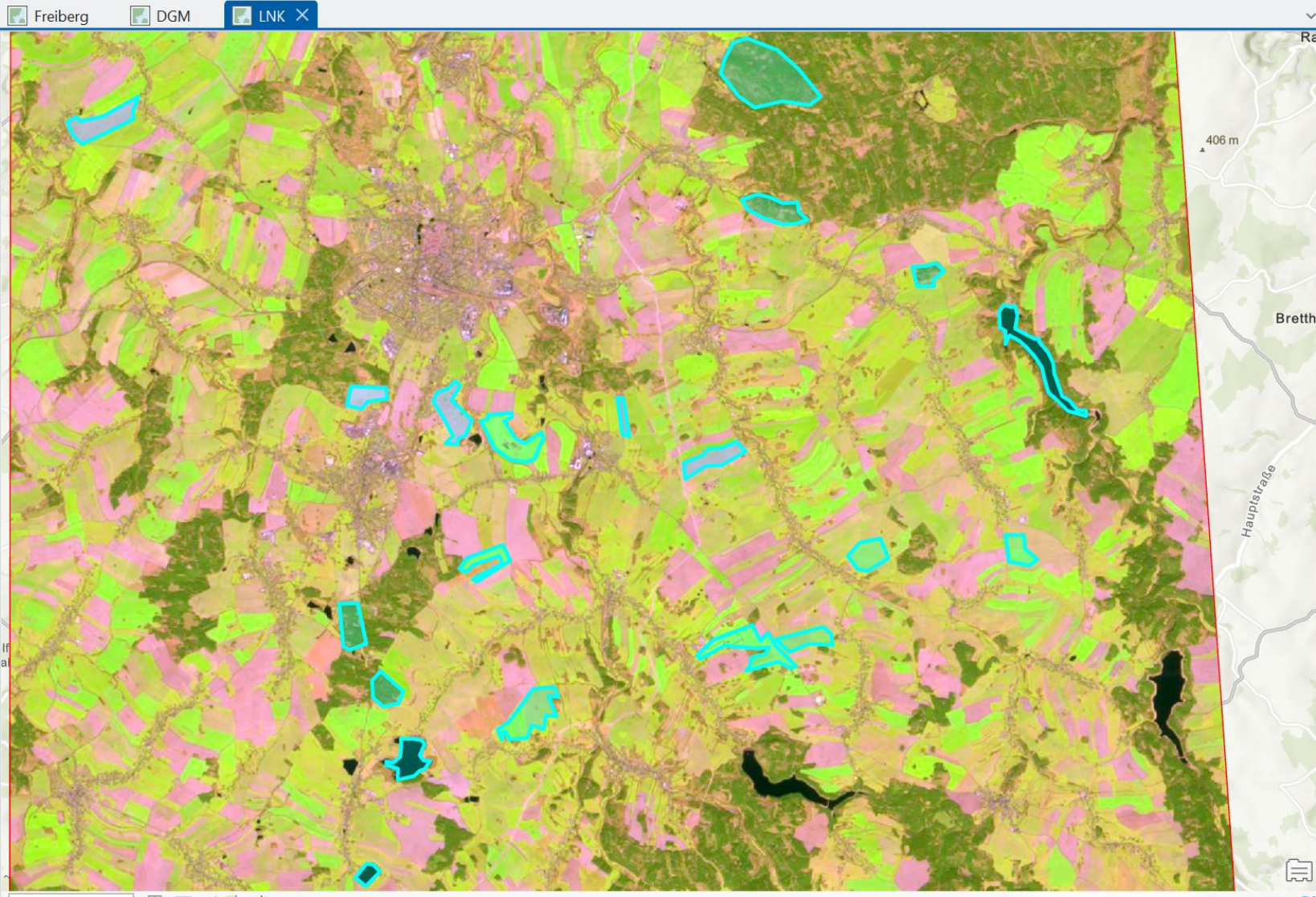
Einfügen Zwischenablage Erkunden Navigieren Lesezeichen Zu XY wechseln Layer Auswählen Auswahl Nach Attributen auswählen Lagebezogen auswählen Messen Suchen Infografiken Abfrage Koordinatenkonvertierung Anhalten Sperren Nicht platzierte anzeigen Konvertieren Offline

Inhalt

Suchen

Darstellungsreihenfolge

- LNK
 - MapByCoords
 - RGB
 - Rot: Band_1
 - Grün: Band_2
 - Blau: Band_3
 - clippingPolygon
 - Sat_image_Extracted
 - RGB
 - Rot: Band_1
 - Grün: Band_2
 - Blau: Band_3
 - Weltweite topografische Karte
 - World Hillshade



Bildklassifizierung Trainingsgebiet-Manager : Sat_im...

LKN - Grundlagen GIS

- Wald
- Wasserfläche
- Acker / Brachland
- Feld / Wiese

Klasse	Anz. d. Stichpr.	Pixel (%)
Wald	5	34,56
Wasserfläche	3	12,93
Acker / Brac	5	18,90
Feld / Wiese	7	33,61

Praxis: Erstellung der Trainingsdaten für die Klassifikation

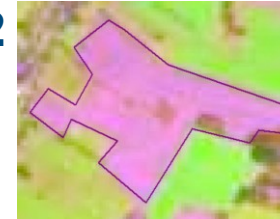
- Wiederholen Sie dies für die weiteren Klassen

1. Wasserflächen
2. Acker / Brachland
3. Feld / Wiese

1



2



3



- Speichern Sie Ihre Trainingsgebiete als Feature-Class in ihre Datenbank

Bildklassifizierung Trainingsgebiet-Manager : Sat_im...

LKN - Grundlagen GIS

- Wald
- Wasserfläche
- Acker / Brachland
- Feld / Wiese

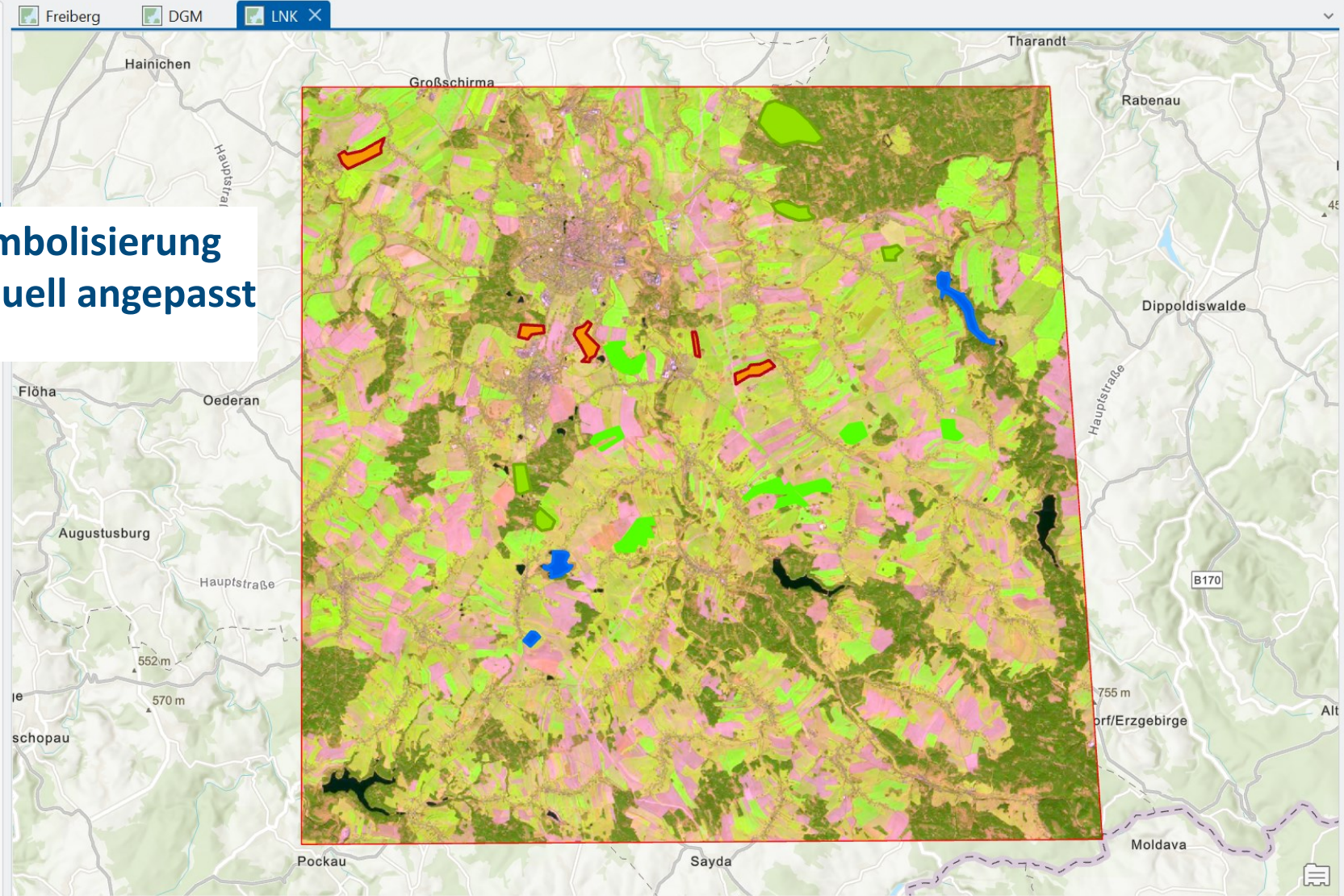
Klasse	Anz. d. Stichpr.	Pixel (%)
Wald	5	34,56
Wasserfläche	3	12,93
Acker / Brachland	5	18,90
Feld / Wiese	7	33,61

Kata... Geo... Bild... Rast...

Navigation and toolbars including: Zwischenablage, Erkunden, Lesezeichen, Zu XY wechseln, Layer, Auswählen, Nach Attributen auswählen, Lagebezogen auswählen, Messen, Suchen, Infografiken, Koordinatenkonvertierung, Anhalten, Sperren, Nicht platzierte anzeigen, Konvertieren, Offline.

Inhalt sidebar with search and layer management options.

**Symbolisierung
manuell angepasst**

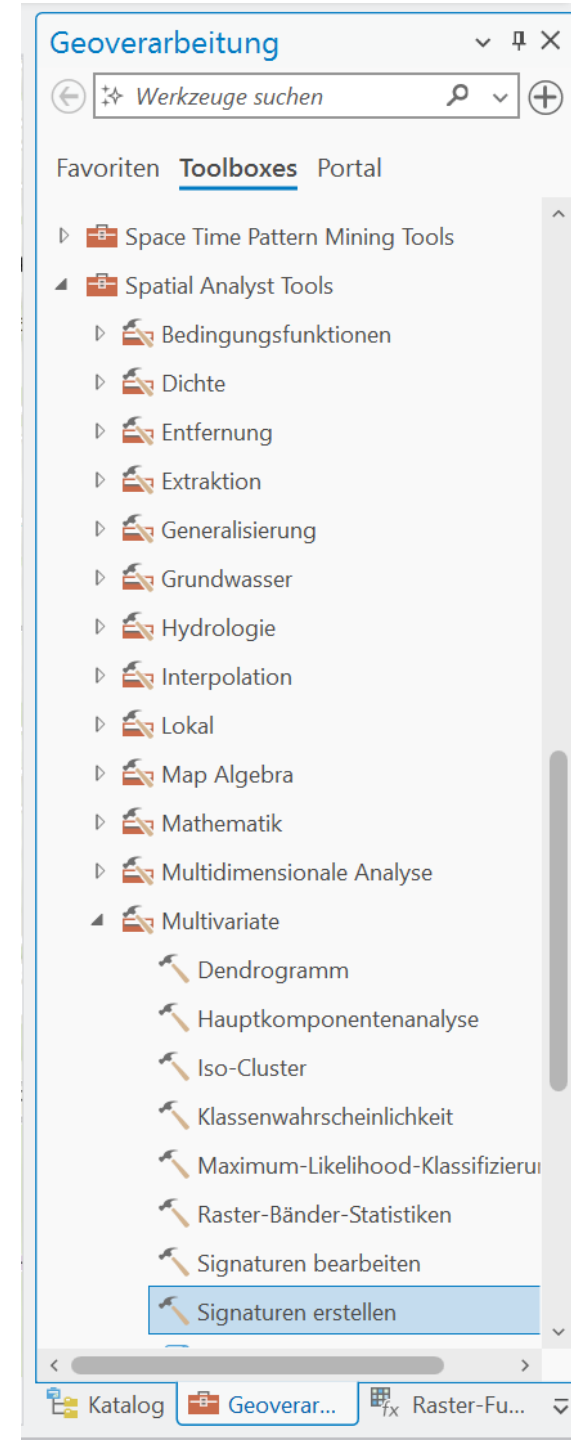
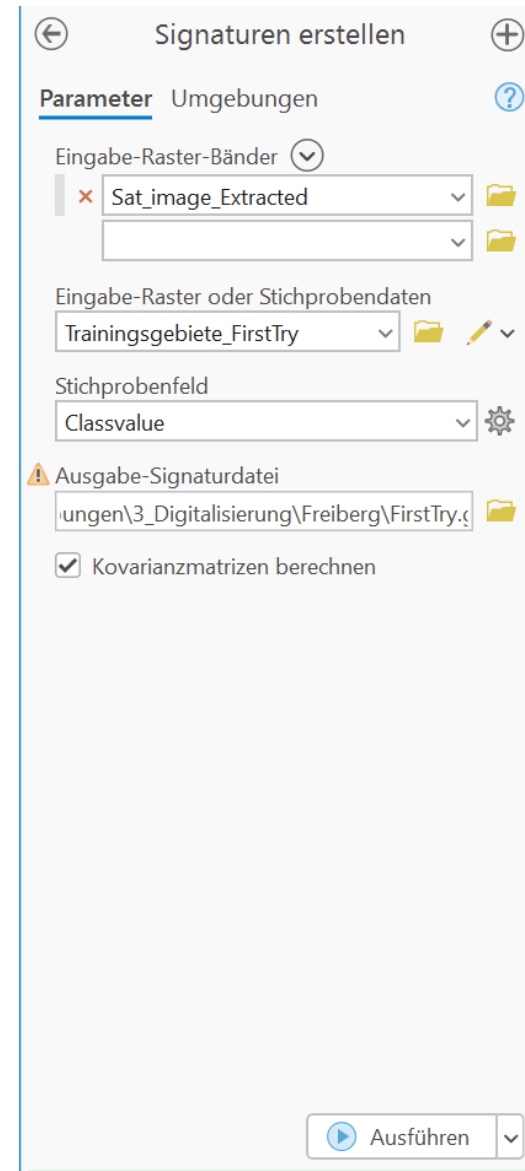


Bildklassifizierung Trainingsgebiet-Manager : Sat_im...
LKN - Grundlagen GIS
Legend items: Wald (green), Wasserfläche (blue), Acker / Brachland (orange), Feld / Wiese (light green).

Klasse	Anz. d. Stichpr.	Pixel (%)
Wald	5	34,56
Wasserfläche	3	12,93
Acker / Brac	5	18,90
Feld / Wiese	7	33,61

Praxis: Berechnung der multivariaten Klassenstatistiken und Erstellung der Signaturdatei

- Spatial Analyst Tools > Multivariate > Signaturen erstellen



Praxis: Klassifikation des Rasterlayers

- Spatial Analyst Tools > Multivariate > Maximum-Likelihood-Klassifizierung
 - Geben Sie als Eingaberaster ihr extrahiertes Satellitenbild und ihre Signaturdatei an
 - Geben Sie ein Ausgaberraster für die Klassifikation an
 - Sie können zusätzlich ein Ausgabe-Konfidenzraster angeben

The screenshot displays the ArcGIS Geoprocessing environment. The main window is titled "Geoverarbeitung" and shows the configuration for the "Maximum-Likelihood-Klassifizierung" tool. The parameters are as follows:

- Eingabe-Raster-Bänder:** Sat_image_Extracted
- Eingabe-Signaturdatei:** Z:\Geoinformatik\Teaching\GrundlagenGI!
- Ausgabe-Klassifikations-Raster:** classification_FirstTry
- Ausschlussfaktor:** 0,0
- A-Priori-Wahrscheinlichkeits-Gewichtung:** Gleich
- Ausgabe-Konfidenz-Raster:** confidence_FirstTry

The "Ausführen" button is visible at the bottom right of the tool configuration. A status bar at the bottom indicates that the "Maximum-Likelihood-Klassifizierung" process is completed successfully.

The right-hand pane shows the "Toolboxes" list, with "Multivariate" expanded to show "Maximum-Likelihood-Klassifizierung" selected.

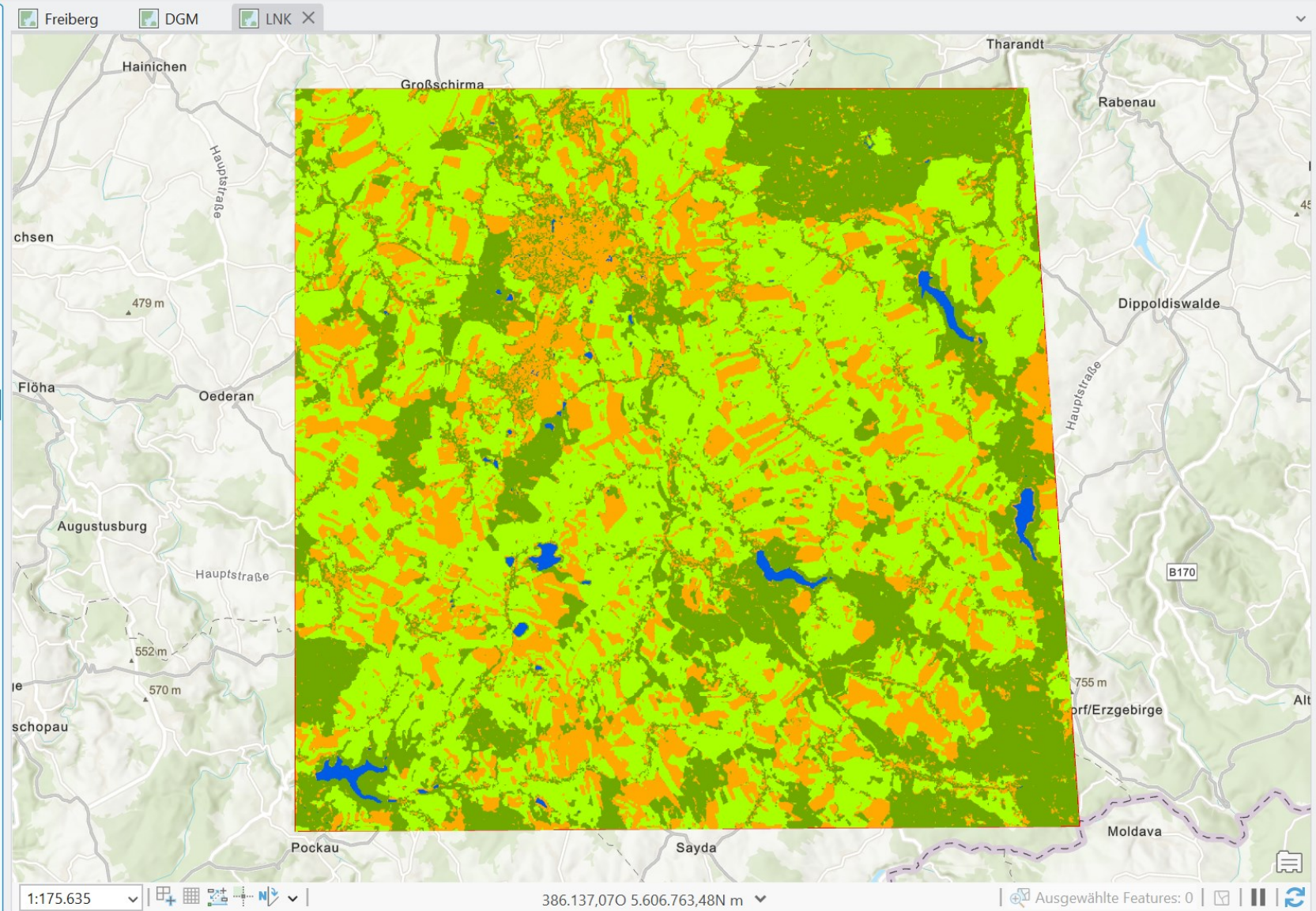
Neuer Workspace Ortho-Mapping Georeferenzieren Ausrichtung Raster-Funktionen Analyse Funktions-Editor Änderungserkennung Bildklassifizierung Klassifizierungsassistent Klassifizierungswerkzeuge Deep Learning Tools Messwerkzeuge Messung Ergebnisse Werkzeuge Freigegeben Motion Imagery

Inhalt

Suchen

Darstellungsreihenfolge

- LNK
 - Trainingsgebiete_FirstTry
 - Classvalue
 - Wald
 - Wasserfläche
 - Acker
 - Wiese
 - confidence_FirstTry
 - classification_FirstTry
 - Value
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - MapByCoords
 - clippingPolygon
 - Sat_image_Extracted
 - RGB
 - Rot: Band_1
 - Grün: Band_2
 - Blau: Band_3
 - Weltweite topografische Karte
 - World Hillshade



Geoverarbeitung

Maximum-Likelihood-Klassifizierung

Parameter Umgebungen

Eingabe-Raster-Bänder: Sat_image_Extracted

Eingabe-Signaturdatei: Z:\Geoinformatik\Teaching\GrundlagenGI\...

Ausgabe-Klassifikations-Raster: classification_FirstTry

Ausschlussfaktor: 0,0

A-Priori-Wahrscheinlichkeits-Gewichtung: Gleich

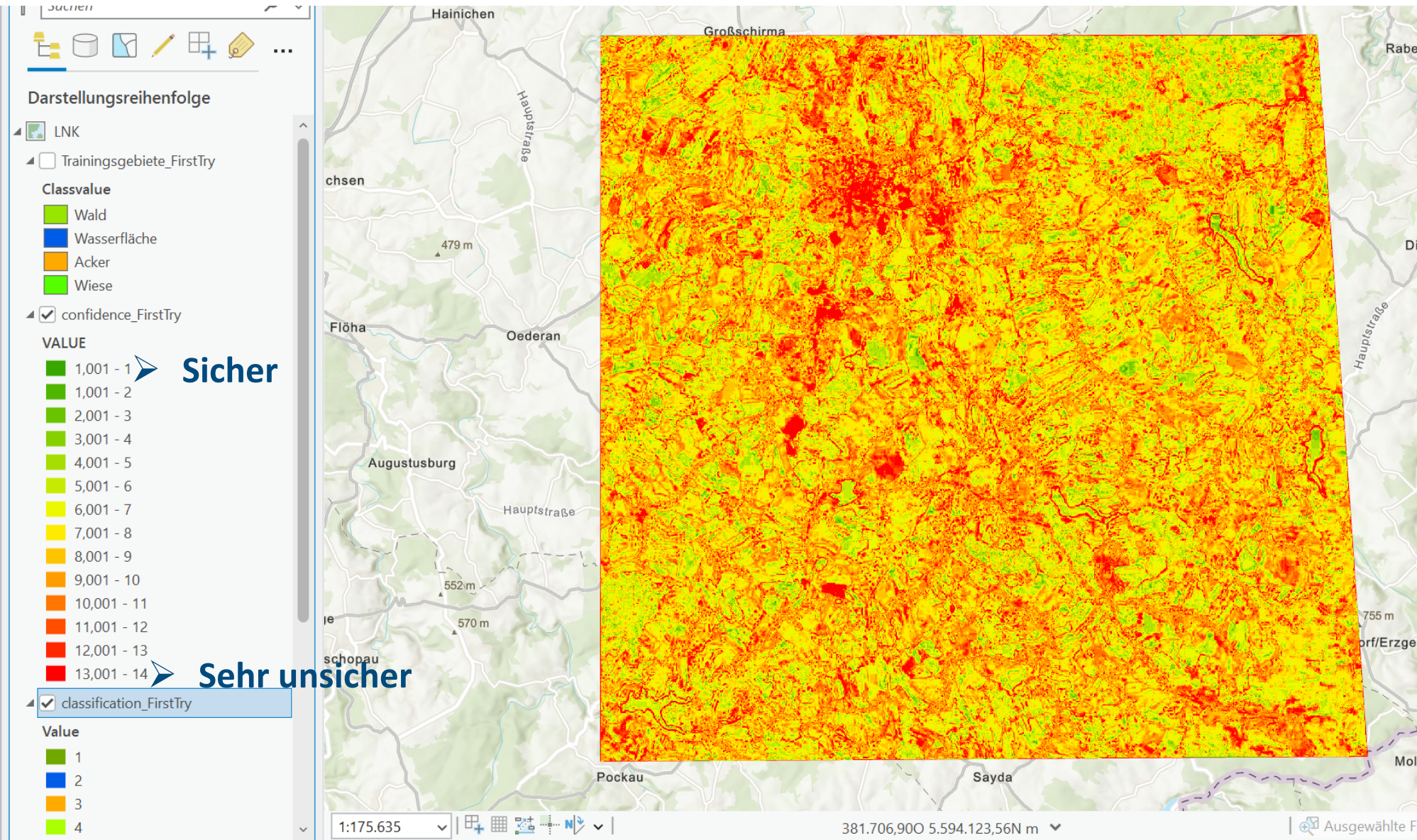
Ausgabe-Konfidenz-Raster: confidence_FirstTry

Ausführen

Maximum-Likelihood-Klassifizierung abgeschlossen.

Details anzeigen Verlauf öffnen

Praxis: Konfidenz der Klassifikation



Praxis: Klassifikation des Rasterlayers

- Spatial Analyst Tools > Multivariate > Maximum-Likelihood-Klassifizierung

Oder alternativ

- Rasterfunktionen -> Klassifizierung -> ML-Klassifizierung
 - Temporäres Layer
 - Keine Konfidenz

The image shows two overlapping windows from ArcGIS. The foreground window is titled 'Raster-Funktionen' and has a sub-tab 'ML-Klassifizierung Eigenschaften'. It is set to the 'Parameter' tab. The 'Raster' dropdown is set to 'Sat_image_Extracted'. The 'Signaturdatei/URL' field contains 'Z:\Geoinformatik\Teaching\GrundlagenG'. The 'Ausgabe-Layer-Typ' dropdown is set to 'Raster-Layer'. At the bottom, there are buttons for 'Neuen Layer erstellen' and 'Abbrechen'. The background window is also titled 'Raster-Funktionen' and shows a list of functions under the 'Klassifizierung' category. The 'ML-Klassifiz...' function is selected, and a tooltip is visible over it. The tooltip text reads: 'ML-Klassifizierung: Bilddaten mit einer Pro-Pixel-Methode klassifizieren. Gemischte Pixel werden dem Feature mit dem höchsten Prozentsatz in diesem Pixel zugewiesen.' The background window also shows other functions like 'Klassifizieren', 'Lineare spektrale En...', 'Mean Shift-Segm...', 'Mit Regression...', and 'Region'. The background window has a search bar and a list of categories including 'Analyse', 'Aussehen', 'Klassifizierung', 'Konvertierung', 'Korrektur', 'Datenmanagement', 'Entfernung', 'Entfernung (Legacy)', 'Hydrologie', 'Mathematik', 'Mathematik: Konditional', and 'Mathematik: Logisch'. The background window also shows a 'Katalog' tab and a 'FREIBERG' logo.

Praxis: Vektorisierung des klassifizierten Rasters

- Conversion Tools -> Von Raster -> Raster in Polygon

The image shows two screenshots from the QGIS software interface. The left screenshot displays the 'Raster in Polygon' tool dialog box. The title bar reads 'Geoverarbeitung'. The main title is 'Raster in Polygon'. Under the 'Parameter' tab, the 'Eingabe-Raster' is set to 'classification_FirstTry', the 'Feld' is 'Value', and the 'Ausgabe-Polygon-Features' is 'FirstTry'. There are checkboxes for 'Polygone vereinfachen' (checked) and 'Multipart-Features erstellen' (unchecked). A field for 'Maximale Stützpunkte pro Polygon-Feature' is empty. An 'Ausführen' button is at the bottom right. The right screenshot shows the 'Toolboxes' panel with a search bar containing 'Werkzeuge suchen'. The 'Conversion Tools' folder is expanded, and the 'Von Raster' folder is also expanded. The 'Raster in Polygon' tool is highlighted with a blue selection box. The title bar of this window also reads 'Geoverarbeitung'.

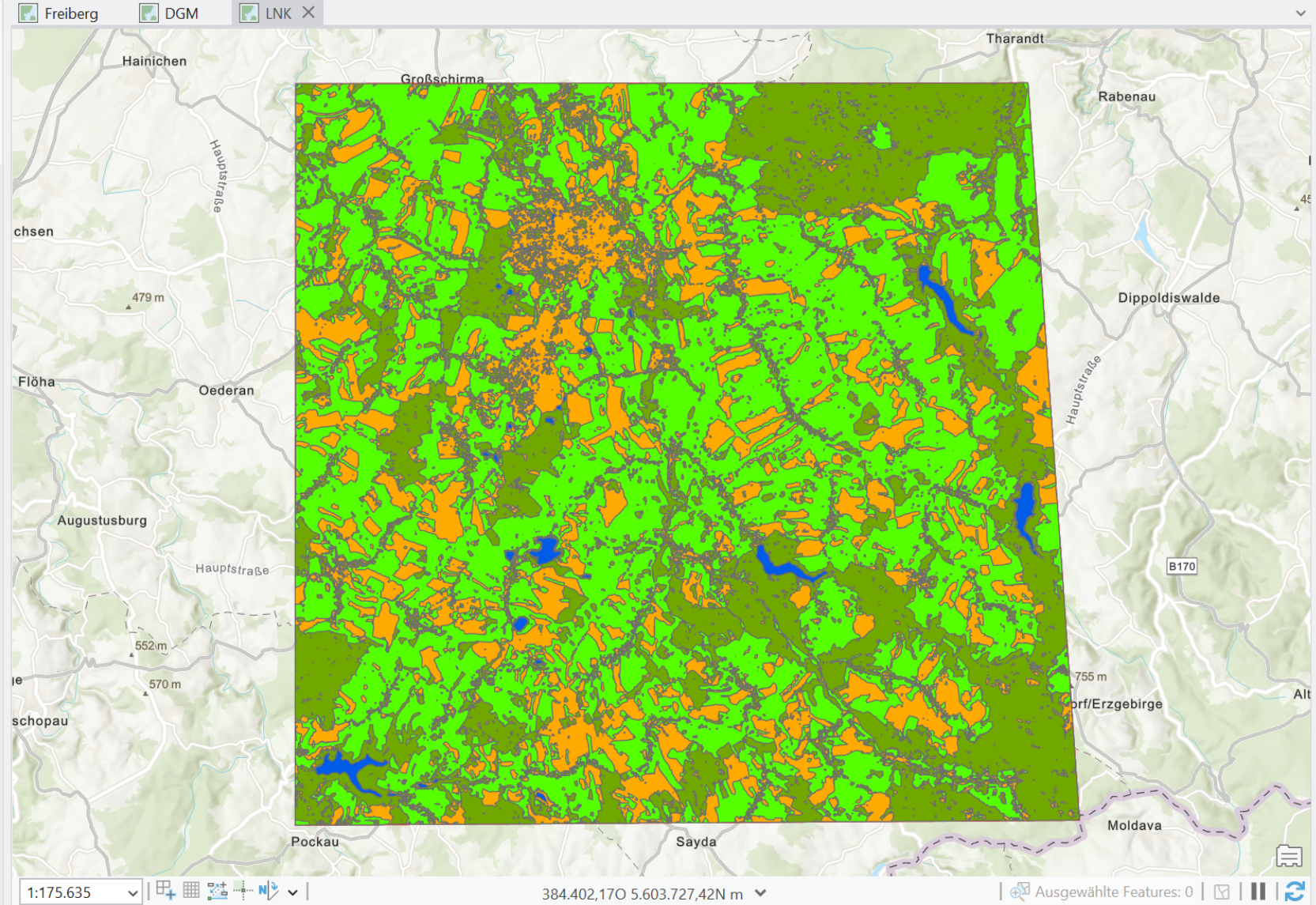
Neuer Workspace ▾ Ortho-Mapping Georeferenzieren Ausrichtung Raster-Funktionen ▾ Analyse Funktions-Editor Änderungenerkennung Bildklassifizierung Klassifizierungsassistent Klassifizierungswerkzeuge Deep Learning Tools ▾ Messwerkzeuge Ergebnisse Werkzeuge ▾ Freigegeben ▾ Motion Imagery ▾

Inhalt

Suchen

Darstellungsreihenfolge

- LNK
 - FirstTry
 - gridcode
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - <alle anderen Werte>
 - Trainingsgebiete_FirstTry
 - Classvalue
 - Wald
 - Wasserfläche
 - Acker
 - Wiese
 - confidence_FirstTry
 - classification_FirstTry
 - Value
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - MapByCoords
 - clippingPolygon
 - Sat_image_Extracted
 - RGB
 - Rot: Band_1



Katalog

Projekt Portal Computer Favoriten

Projekt durchsuchen

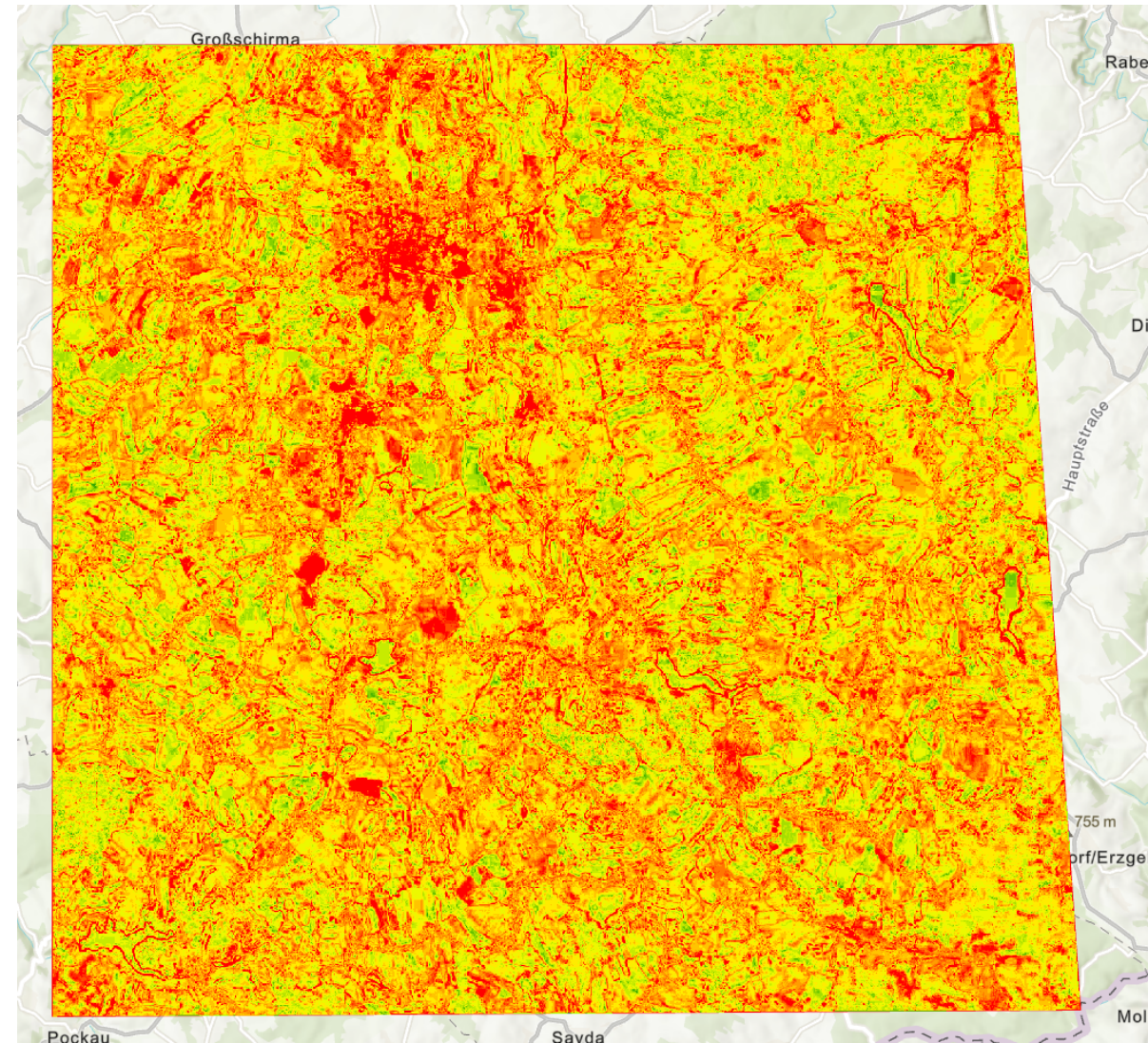
- Karten
- Toolboxes
- Datenbanken
 - Freiberg.gdb
 - DGM.gdb
 - LNK.gdb
 - classification_FirstTry
 - clippingPolygon
 - confidence_FirstTry
 - FirstTry
 - Sat_image_Extracted
 - Trainingsgebiete_FirstTry
 - TrainingV1
 - myNewDB.gdb
 - myOtherDB.gdb
- Styles
- Ordner
- Locators

Übungsaufgabe: Erweiterung der Landnutzungsklassifikation

Das aktuelle Klassifikationsergebnis hat ein Problem:

Im Bereich von Siedlungen ist die Klassifikation sehr unsicher, da dafür noch keine eigene Klasse existiert.

1. Erweitern Sie Ihr Klassifikationsschema um eine weitere Klasse für Siedlungen und digitalisieren Sie zugehörige Trainingsgebiete.
2. Erstellen sie eine neue Signaturdatei und wiederholen sie die Klassifikation.

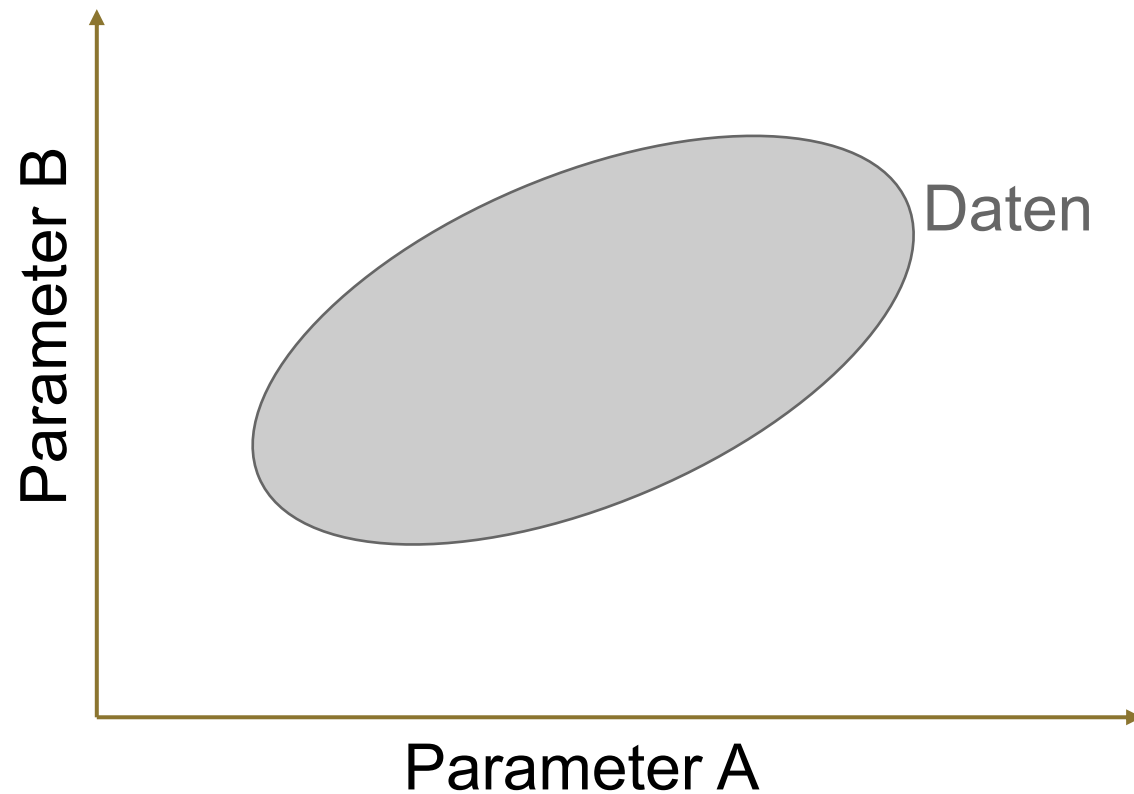


Übungsaufgabe: Erweiterung der Landnutzungsklassifikation

3. Führen Sie mittels Spatial Analyst Tools->Multivariate->Hauptkomponentenanalyse eine Hauptkomponentenanalyse Ihres extrahierten Satellitenbildes durch. Dadurch werden die existierenden Farbkanäle in linear unabhängige Kanäle überführt. Dies sollte die Klassifikation verbessern. Verwenden Sie 3 Hauptkomponenten.
4. Erstellen sie eine neue Signaturdatei für Ihre Trainingsgebiete und das Ergebnisraster der Hauptkomponentenanalyse, wiederholen sie die Klassifikation ein drittes Mal.
5. Erstellen Sie eine Polygon-Feature-Class aus dem aus Ihrer Sicht optimalen Klassifikationsergebnis.

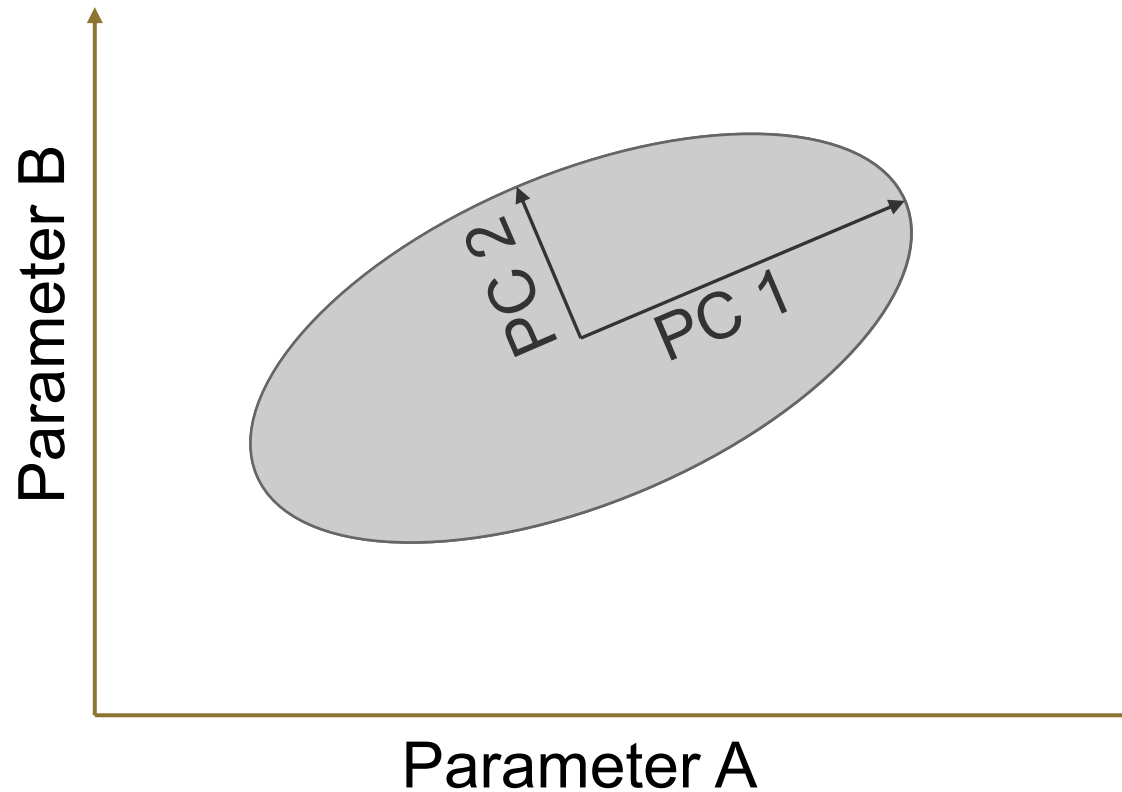
Theorie: Hauptkomponentenanalyse / Principle Component Analysis (PCA)

Bestimmt die orthogonalen Achsen maximaler Variabilität in einem mehrdimensionalen Datensatz.



Theorie: Hauptkomponentenanalyse / Principle Component Analysis (PCA)

Bestimmt die orthogonalen Achsen maximaler Variabilität in einem mehrdimensionalen Datensatz.



Theorie: Hauptkomponentenanalyse / Principle Component Analysis (PCA)

1. Datensatz: $X = \begin{pmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,1} & \cdots & x_{n,p} \end{pmatrix}$, mit n Datenpunkte und p Datenparametern

2. Berechnung der Kovarianz-Matrix

$$CV_X = \sum_i^n \left((x_{i,1} \dots x_{i,p}) - (\mu_1 \dots \mu_p) \right)^T \cdot \left((x_{i,1} \dots x_{i,p}) - (\mu_1 \dots \mu_p) \right)$$

3. Berechnung der Eigenwerte E_X und Eigenvektoren V_X von CV_X

1. Eigenvektoren: Hauptkomponenten

2. Eigenwerte: Varianz entlang der zugehörigen Hauptkomponente

4. Sortierung von V_X anhand absteigender Varianz $V_X = [V_1 \cdots V_p]$
mit $[E_1 > E_2 > \cdots > E_p]$

Theorie: Hauptkomponentenanalyse / Principle Component Analysis (PCA)

5. Projektion X' in den Raum der Hauptkomponenten : $V_X X' = X \rightarrow X' = V_X^{-1} X$
6. Datenreduktion von p zu p' Parametern mit $p' < p$:
Verwendung von $V_X^{p'} = [V_1 \cdots V_{p'}]$



$$X = \begin{pmatrix} x_{1,Rot} & x_{1,Grün} & x_{1,Blau} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n,Rot} & x_{n,Grün} & x_{n,Blau} \end{pmatrix}$$

