

HOCHSCHULE MÜNCHEN  
FAKULTÄT FÜR INFORMATIK UND MATHEMATIK

## Praktikumsaufgabe 2

in der Vorlesung

## Computational Geometry

Fläche, Volumen, Modellierung

Team:	Christopher Hinz, Tobias Gruber
Studiengruppe:	Master Informatik
Studiensemester:	1. Semester
Schwerpunkt:	Embedded Computing

27. Juni 2022

Sommersemester 2022

## 1 Problemstellung

Für dieses Praktikum wurde eine SVG-Datei 'DeutschlandMitStaedten.svg' zur Verfügung gestellt. Ziel der Aufgabe ist es die Flächen der einzelnen Bundesländer (bezüglich der in der Datei verwendeten Skala) zu ermitteln. Am Ende der Datei befinden sich Koordinaten von Städten. Für diese soll festgestellt werden, in welchem Bundesland die Hauptstadt liegt.

## 2 Umsetzung

Für jedes Bundesland gibt es eine Instanz der Klasse `bundesland`, die in ihrem Konstruktor das nächste Bundesland aus der SVG-Datei ausliest. Die Bundesländer werden in einem Vektor `bundeslaender` gespeichert. Zum Einlesen der svg-Datei wird auf die Parser-Funktionen der RapidXML Library zurückgegriffen.

Die Berechnung der Fläche der Bundesländer erfolgt ebenso im Konstruktor der Klasse `bundesland`. Da ein Bundesland aus mehreren Polygonen bestehen kann werden diese aufaddiert. Da es auch vorkommen kann, dass die Vertizes der Polygone in verkehrter Reihenfolge angeordnet sind (gegen den Uhrzeigersinn), wird für die Addition der Polygone der Betrag der Flächen verwendet.

Ebenso können Polygone Löcher enthalten. Diese werden über einen Point-in-Polygon-Test mit einem beliebigen Punkt des zu testenden Polygons bestimmt. Die Fläche des Polygons wird dann zu der Gesamtfläche nicht aufaddiert, sondern abgezogen.

Die Städte werden getrennt von den Bundesländern importiert und in Instanzen der Klasse `staedte` gespeichert. Jede Stadt wird mit einem Point-in-Polygon-Test darauf getestet, ob sie in einem der Bundesländer liegt. Ist dies der Fall, so wird sie der Bundesland-Instanz hinzugefügt. Hierbei werden die Städte nicht auf die Löcher der Polygone getestet, da dann zum Beispiel Berlin als Hauptstadt von Brandenburg erkannt werden würde.

## 3 Ergebnisse

Nachfolgen ist die Ausgabe des Programmes `bundeslaender.cpp` dargestellt.

```
Bundesland: Thueringen  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 13724.6  
Hauptstadt: Erfurt
```

```
Bundesland: Schleswig-Holstein
```

Anzahl der Polygone: 11  
Gesamtflaeche: 13456.4  
Hauptstadt: Kiel

Bundesland: Sachsen–Anhalt  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 17450.5  
Hauptstadt: Magdeburg

Bundesland: Sachsen  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 15667.9  
Hauptstadt: Dresden

Bundesland: Saarland  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 2179.76  
Hauptstadt: Saarbruecken

Bundesland: Rheinland–Pfalz  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 16913.6  
Hauptstadt: Mainz

Bundesland: Nordrhein–Westfalen  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 28966.4  
Hauptstadt: Duesseldorf

Bundesland: Niedersachsen  
Anzahl der Polygone: 10  
Gesamtflaeche: 40408.7  
Hauptstadt: Hannover

Bundesland: Mecklenburg–Vorpommern  
Anzahl der Polygone: 7  
Gesamtflaeche: 19658.8  
Hauptstadt: Schwerin

Bundesland: Hessen  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 17977.5  
Hauptstadt: Wiesbaden

Bundesland: Hamburg  
Anzahl der Polygone: 1  
Gesamtflaeche: 633.325  
Hauptstadt: Hamburg

Bundesland: Bremen  
Anzahl der Polygone: 2  
Gesamtflaeche: 340.931

```
Hauptstadt: Bremen

Bundesland: Brandenburg
Anzahl der Polygone: 2
Gesamtflaeche: 25275.9
Hauptstadt: Potsdam

Bundesland: Berlin
Anzahl der Polygone: 1
Gesamtflaeche: 766.233
Hauptstadt: Berlin

Bundesland: Bayern
Anzahl der Polygone: 1
Gesamtflaeche: 60026.1
Hauptstadt: Muenchen

Bundesland: Baden Wuerttemberg
Anzahl der Polygone: 2
Gesamtflaeche: 30522.3
Hauptstadt: Stuttgart
```

Listing 1: bundeslaender.cpp: Ausgabe Konsole

## 4 Verifikation und Validierung

Im vorhergehenden Listing ist zunächst zu erkennen, dass alle Hauptstädte den Bundesländern korrekt zugeordnet wurden (Bei 16 Städten per Sichtkontrolle möglich). Zur Überprüfung, ob die Flächen der Bundesländer korrekt berechnet wurden, wurde zunächst ein Vorfaktor eingeführt, der es ermöglicht die Flächen der Polygone mit denen reellen Flächen der Bundesländer (Auf Wikipedia) zu vergleichen. Als Referenz wurde hierfür das Bundesland Bayern gewählt, da es die größte Fläche hat. Daraus ergibt sich ein Vorfaktor von ca. 1.1753.

Durch diesen Vorfaktor kann die Größenordnung der Fläche bereits grob überprüft werden. Hierdurch wurde zum Beispiel festgestellt, dass die Anordnung der Vertices für ein Polygon des Bundeslandes Bremen in Umgekehrter Reihenfolge steht und dies im Programm berücksichtigt werden muss.

Weiter wurde überprüft, ob alle Koordinaten für die entsprechenden Bundesländer und Städte korrekt eingelesen wurden dient ein Python-Skript. Hierfür schreibt das C++-Programm für alle Bundesländer die gefundenen Polygone (teilweise mehr als eins da Bundesland-Gebiet aus mehreren unabhängigen Flächen besteht) in eine txt-Datei. Dasselbe gilt für die Koordinaten der Städte, die im Zuge des Praktikums im jeweiligen Bundesland verortet werden soll.

Das Python-Skript liest alle notwendigen Informationen aus dieser txt-Datei und erstellt ein Plot. Aus diesem kann zum einen bestimmt werden ob alle Bundesländer ihre charakteristischen Umrisse besitzen und zum anderen ob die Städte innerhalb der deutschen Grenzen liegen.

Nachfolgende Abbildung zeigt den, mittels matplotlib, generierten Plot.

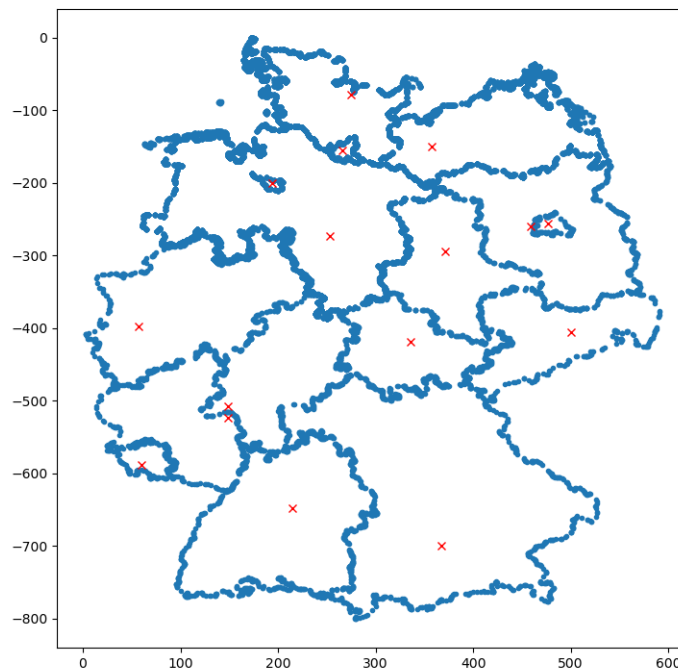


Abbildung 1: Übersichts-Plot: Bundesländer und Städte

Um die Berechnung der Fläche validieren zu können wurde die Berechnung der Polygonfläche mit dem Ergebnissen der Polygonflächenberechnung aus dem Programm GeoGebra 6 verglichen. Die Berechnung der Flächen im Programm GeoGebra 6 liefern das gleiche Ergebnis wie die Implementierung in `bundesland.cpp`. In Abbildung 2 ist das Ergebnis für die Flächenberechnung von Berlin in GeoGebra 6 dargestellt. Vergleicht man das Ergebnis mit der Ausgabe in Listing 1, so ist festzustellen, dass beide Programme zum gleichen Ergebnis kommen. Eine weitere Validierung wurde durch einen Abgleich mit anderen Praktikumsgruppen durchgeführt. Hier kam der Hauptteil der befragten Gruppen auf das gleiche Ergebnis.

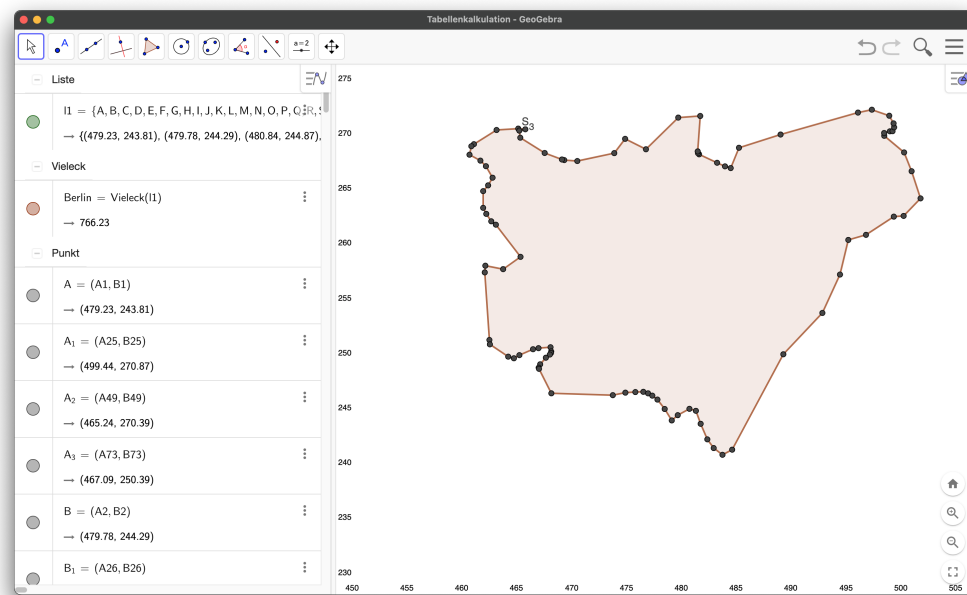


Abbildung 2: Berechnung der Fläche von Berlin mittels GeoGebra 6