

KML ALS INSTRUMENT ZUR VISUALISIERUNG HISTORISCHER GEODATEN IN GOOGLE EARTH

Bennet Schulte
Jonas Pieper
Jürgen Schweikart

Technische Fachhochschule Berlin
FB III Bauingenieur- und Geoinformationswesen

Kurzfassung: Der Erfolg des Planetenbrowsers Google Earth hat einen neuen Riesen und Monopolisten in der Geoinformationsbranche geschaffen. Es wird derzeit nicht nur die Darstellung von Geodaten revolutioniert, sondern die Konsequenzen sind weitreichender: Im Web 2.0 Zeitalter werden Nutzer stärker an der Herstellung von Webdaten beteiligt. Der Schlüssel zu Google Earth ist die proprietäre Keyhole Auszeichnungssprache (KML). Trotz der vorhandenen Einschränkungen bietet KML 2.1 bereits sehr umfangreiche Möglichkeiten zur Visualisierung. Die Kombination mit der 3. Dimension stellt eine selten anzutreffende Möglichkeit dar, dem Nutzer Inhalte näher zu bringen. Selbst die 4. Dimension, die Zeit, kann visualisiert werden. Die Sprache entwickelt sich weiter und mit dem Beitritt Googles zum OGC (Open Geospatial Consortium) könnten die letzten Einschränkungen von KML beseitigt werden. Am Beispiel von Geodaten zur historischen Entwicklung der administrativen Strukturen Europas werden Möglichkeiten der Auszeichnungssprache aufgezeigt.

1 Einleitung

Die administrativen Grenzen Europas unterliegen einem ständigen Wandel. Sowohl die nationalen Grenzen als auch die administrativen Grenzen innerhalb der Nationen passen sich an die bestehende politische Gegebenheit an. Eine Reihe von Forschungsprojekten hat sich der Herausforderung gestellt, diesen Wandel zu dokumentieren. Die Ergebnisse werden z. T. im Internet präsentiert und damit einem größeren Publikum zugänglich gemacht.

Eine populäre und öffentlichkeitswirksame Methode ist es, Geodaten in Google Earth zu visualisieren. Historische administrative Grenzen Europas (1870-2000), erhoben in einem internationalen Projekt (REGIS), werden in Google Earth unter dem Namen REGIS:GE

dargestellt. Dabei werden nationale und innerstaatliche Grenzen berücksichtigt. Die Hierarchie folgt einem Muster, das mit der europäischen Standard-Nomenklatur (NUTS) vergleichbar ist.

2 REGIS als Quelle der Geodaten

In einem Gemeinschaftsprojekt des Mannheimer Zentrums für Europäische Sozialforschung (MZES), der Universität de Lleida in Spanien und der Technischen Fachhochschule (TFH) Berlin entsteht erstmals ein kompletter Satz digitaler Karten für die Länder Europas. Die Geodaten dokumentieren die Entwicklung der Grenzen der Nationalstaaten und ihrer inneren politisch-administrativen Grenzen auf unterschiedlichen Ebenen der räumlichen Organisation für die Zeit zwischen 1870 und 2000. Unter dem Namen REGIS (Regional European Geographic Information System) können die Daten in Geoinformationssystemen verwendet werden und bieten neben der Visualisierung von Grenzen und deren Veränderung ein großes Potential, statistische Inhalte darzustellen. Alle im Europa der letzten 130 Jahre erhobenen Daten, die sich auf die administrativen Einheiten von REGIS beziehen, können in thematischen Karten visualisiert werden. Durch den hierarchischen Aufbau der Daten sind alle raumbezogenen Aggregationsebenen darstellbar, ganz gleich, ob man die Nationalstaaten miteinander vergleichen will oder kleinere Einheiten innerhalb einer oder mehrerer Nationen. Einzigartig wird dies Angebot dadurch, dass man in Form leicht zu interpretierender Karten Daten unterschiedlicher Zeitpunkte visuell vergleichen und damit die Entwicklung der europäischen Gesellschaft eindrucksvoll aufzeigen kann. Die Daten sind somit von großer Relevanz für vergleichende Studien aus dem Blickwinkel unterschiedlicher Wissenschaften [1]. Die Wandelbarkeit von Grenzen in der Geschichte Europas erlebt zurzeit in den Geoinformationswissenschaften geradezu eine Konjunktur, worauf zahlreiche nationale Projekte in verschiedenen Europäischen Ländern hindeuten [2] [3] [4]. Neben der professionellen Verwendung der Daten in GI-Systemen mit vollem Funktionsumfang bietet Google Earth eine hervorragende Plattform, um die Daten einem großen Nutzerkreis anzubieten.

3 Eigenschaften von Google Earth

Visualisierte Geodaten können Erkenntnisse und Fakten schneller und einfacher transportieren als textkodierte [5]. Ein Beispiel hierfür sind thematische Karten. Um die Ergebnisse von REGIS einem breiten Publikum zu eröffnen, ist es hilfreich, die Daten in einer Umgebung zu visualisieren, auf die nicht nur Wissenschaftler zugreifen. Eine Lösungsmöglichkeit bietet Google Earth. Es ist mit mehr als 200 Millionen Nutzern [6], das meist verbreitete Betrachtungsprogramm für Geodaten und beinhaltet rudimentäre GIS-Funktionalitäten. Mit diesem Instrument wird der nichtwissenschaftliche Anwender erreicht, dem der Begriff „Google Earth“ geläufiger ist als „GIS“. Ist die Applikation

ansprechend visualisiert, interaktiv und multimedial, findet die Anwendung mehr Zuspruch als ein GIS oder eine gedruckte thematische Karte. Durch den Unterhaltungs- und Explorationswert setzt sich der Nutzer intensiv mit der Thematik auseinander und entwickelt ein besseres Verständnis für den raum-zeitlichen Prozess.

Bei REGIS:GE handelt es sich um eine interaktive Anwendung, dessen Hauptaufgabe es ist, historische Geodaten zu visualisieren. Die Daten zu analysieren, steht nicht im Vordergrund. Bei der Darstellung der historisch-administrativen Einheiten handelt es sich um eine spezielle Form der thematischen Karte. Nach DENT [7] weisen thematischen Karten meist nur einen speziellen Inhalt auf. Um nicht von diesem abzulenken, werden detaillierte topographische Informationen in der Regel ausgeschlossen. In REGIS:GE, wird diese Grenze zu den topographischen Karten aufgehoben. Die nicht selektierten topographischen Informationen, die die Fernerkundungsdaten liefern, ermöglichen es dem Anwender, sich in der Karte zu orientieren. Unbedeutende Informationen wie Baumkronen werden mit bedeutenden wie Straßen gleichgesetzt. Dies kann dazu führen, dass Baumkronen möglicherweise wichtige Informationen überlagern. Solche Nachteile werden größtenteils durch die Vektor-Layer z. B. für Straßen ausgeglichen. Es bleibt festzuhalten, dass REGIS:GE eine digitale, thematische und interaktive Geschichtskarte, mit topographischer Unterstützung ist. Obwohl es kein Web-GIS im engeren Sinne ist, verfügt es dennoch über Ansätze.

4 Keyhole Markup Language

Die Keyhole Markup Language (KML) ist eine geographische Auszeichnungssprache die auf Basis von XML entwickelt wurde. Sie enthält alle klassischen Merkmale einer Markup Language, d. h. der Quelltexte wird im ASCII-Code oder Unicode (meist UTF-8) verfasst.

4.1 XML - die standardisierte Datenfreiheit

Die erweiterbare Auszeichnungssprache XML (Extensible Markup Language) dient zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien. Sie wird besonders beim Austausch von Daten zwischen unterschiedlichen Systemen über das Internet eingesetzt. Die Fachwelt sieht XML als richtungsweisend für die EDV-Entwicklung an [8]. Das Richtungsweisende an XML ist dabei die Möglichkeit, völlig neue Sprachen zu definieren, die für eigene Datenstrukturen optimal angepasst sind, nicht proprietär sind, und einem standardisierten Regelwerk folgen. XML gibt die Regeln vor, innerhalb derer sehr flexibel mit Daten umgegangen werden kann ohne dabei inkompatibel zu anderen XML Sprachen zu werden. Durch das World Wide Web Consortium (W3C) wurden mit der XML-Spezifikation Regeln für eine Basis-Metasprache definiert, auf deren Basis, durch strukturelle und inhaltliche Einschränkungen, andere anwendungsspezifische Sprachen definiert werden können.

XML Sprachen bestehen aus Elementen, die durch Tags markiert werden, aus Attributen mit zulässigen Wertzuweisungen und aus Strukturregeln. Zusätzlich gibt es Namensräume, die dazu dienen, modifizierte XML Sprachen auch innerhalb einer anderen Sprache verwenden zu können [9] [10].

4.2 KML

KML kann geographische Daten in Geo-Browsern wie NASA World Wind, Punt, Google Earth und Google Maps darstellen. Um in Google Maps dargestellt zu werden, müssen die Dateien allerdings zwingend online zur Verfügung stehen. Über einen Parser, der KML 2.1 in vollem Umfang verarbeiten kann, verfügt Google Earth derzeit als einziger Planetenbrowser. Die Sprache wurde von der Firma Keyhole vor der Übernahme durch Google entwickelt, basiert auf XML 1.0 und gehorcht somit denselben Grundregeln. Es handelt sich um eine proprietäre Sprache, das heißt sie ist im Besitz von Google, wird geschützt und wird auch nur durch Google definiert oder verändert. Neben den KML-Dateien existieren auch noch so genannte KMZ-Dateien, diese sind eine Zip-komprimierte Version einer KML-Datei. Die komprimierte KMZ kann zusätzlich zur KML-Datei auch Rastergrafiken und Modelle enthalten.

Die Sprache KML kann dabei verwendet werden um:

- Punkte, Linien und Flächen auf der Erdoberfläche zu erstellen (komplexe Geometrien wie Kreise, Ellipsen und Bögen sind noch nicht modellierbar)
- Blickwinkel auf die Erdoberfläche zu definieren
- Rastergrafiken auf den Schirm oder die Erdoberfläche zu projizieren
- Styles für die Darstellung von Objekten zu definieren
- HTML-Beschreibungen von Objekten mit eingebetteten Grafiken zu erstellen
- hierarchische Ordnersysteme und Auswahlmöglichkeiten zu erzeugen
- KML-Dateien dynamisch zu laden und zu aktualisieren
- texturierte 3D Objekte nach dem offenen Standard COLLADA (COLLABorative Design Activity) darzustellen
- Daten mit anderen Nutzern austauschen zu können [11] [12].

4.3 Struktur und Bedienungsoberfläche

Für jedes Objekt wird die geometrische Grundeigenschaft definiert, d. h. es wird festgelegt, ob es sich um einen Punkt, eine Linie, ein Polygon oder eine Rastergrafik handelt. Abhängig davon werden Koordinaten, Höhe und Verhalten der Objekte oder Ihrer Stützpunkte angegeben. Aussehen, Zeitpunkt und Ort der Visualisierung der Objekte in Google Earth können ebenfalls definiert werden. Bei Bedarf können weitere Informationen hinzugefügt werden (vgl. Abb. 1). Das Aussehen kann mithilfe von Styles

angepasst, und es können Grafiken, Texte und Links über HTML eingebunden werden, oder Funktionen wie das Planen einer Route hinzugefügt werden.

Ein gutes Interface ist intuitiv und die Funktion aller Elemente entspricht der Erwartung des Nutzers [13]. Google Earth gibt Vorgaben, die diesen Kriterien entsprechen.

Screendesign und Navigation existieren, lassen sich jedoch durch KML nicht beeinflussen.

5 Realisierung des REGIS:GE - Projektes

Alle Länder Europas besitzen eine mehrstufige administrative Verwaltungsgliederung, die in REGIS durch Level umgesetzt wurde. Level 0 ist gleichbedeutend mit den Nationalstaaten. Level 1 beinhaltet die erste Stufe der nationalen Unterteilungen, in Deutschland sind das die Bundesländer. Auf Level 2 befinden sich in Deutschland die Regierungsbezirke. Es ist das kleinste Level, das zurzeit in REGIS:GE dargestellt wird.

Die Geometrien der Einheiten liegen in Form von Shapefiles vor. Sie können mit frei verfügbaren ArcScripts, die von ESRI auf einer Homepage zum Download angeboten werden, in KML-Dateien umgewandelt werden. Diese Dateien entsprechen häufig noch nicht den Anforderungen an eine kartographische Visualisierung und müssen manuell nachbearbeitet werden.

Wie bereits erwähnt, ist es mit Google Earth möglich, die Dimension der Zeit bei der Visualisierung zu berücksichtigen. Diese Fähigkeit stellt einen entscheidenden Faktor bei der Umsetzung historischer Geodaten dar. Um beispielsweise Veränderungen der historisch administrativen Grenzen von REGIS sichtbar zu machen, kann in Google Earth ein Visualisierungszeitraum mit dem Tag `<timespan>` definiert und eine bedienbare Zeitleiste erzeugt werden. Mit den Geometrien unterschiedlicher Zeitpunkte kann man so eine Zeitreihe erzeugen, über die der Anwender den Wandel der Grenzen dynamisch wie in einem Film abspielen kann. Zeitpunkte oder Zeiträume zur Visualisierung können dabei gezielt gewählt werden.

In Google Earth werden Details abhängig von den Zoomstufen dargestellt. Je großmaßstäbiger der Ausschnitt, desto mehr Details wie Namen von Städten werden sichtbar. Ohne diese maßstabsabhängige Regulierung könnte die Menge an Information nicht mehr dargestellt werden. Um eine maßstabsabhängige Darstellung auch für REGIS:GE zu ermöglichen, wird für jedes Element eine Bounding Box erstellt. Für jede Box wird eine Mindestgröße definiert, die sie auf dem Bildschirm einnehmen muss, damit das zugehörige Element angezeigt wird. Die Einblendung beim Zoomen erfolgt nicht plötzlich, sondern kann sanft über die Definition eines Einblendbereiches gesteuert werden.

Zusätzliche angebotene Informationen zu den Regionen ermöglichen es dem Anwender, sich mit dem Thema intensiv zu beschäftigen. Mithilfe der Mouseover-Funktionalität für die Verwaltungsebenen niederen Levels erscheint ein Infofenster mit dem Namen und der Flächengröße der Einheit, ihrer Bevölkerungszahl und -dichte, sowie mit graphischen Darstellungen der Flagge und des Wappens (vgl. Abb. 1).

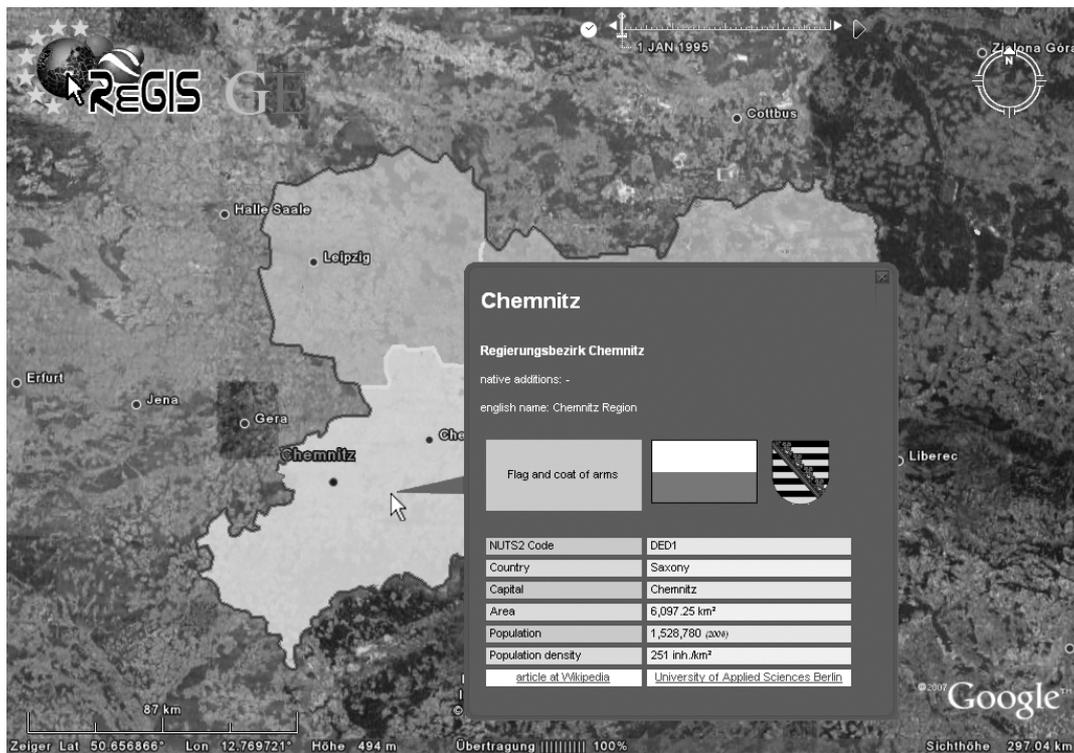


Abbildung 1: Beispiel Datei Sachsen

5.1 Visuelle Flexibilität durch Style KML

Durch Styles ist es möglich, flexibel die Formate zu verändern. Alle Styles werden in einer zentralen XML-Datei gespeichert, die folgenden schematischen Aufbau haben kann:

```

1 <Document>
2   <Style> normalStyle
3   <Style> highlightStyle
4   <StyleMap> MOUSEOVER
5   <Style> COUNTRYFILL
6   <Style> COUNTRYBORDER
7   <Style> LABELSTYLE
8 </Document>

```

Es wird jeweils ein Style für das nicht selektierte Aussehen und einer für das Aussehen bei *Mouseover* erstellt. Mouseover-Effekte sind im Web ein Standardverfahren. In KML ist ein solcher Effekt für Flächen nicht implementiert. Die beiden Styles werden in einer `<StyleMap>` zusammengefügt und mit dem `<key>` `normal` bzw. `highlight` für den Fall eines Mouseovers verbunden. Die für den Mauspfel sensitive Fläche, die eine Veränderung des Styles auslöst, wird durch eine transparente Grafik gekennzeichnet. Diese befindet sich im Mittelpunkt des Features (vgl. Abb. 2). Beim `normalStyle` erhält die Fläche keine Füllung, sondern nur eine graue Umrandung. Deaktiviert man die darunter liegende Landesfläche, die mit dem Style `COUNTRYFILL` gefüllt ist, werden die Luft- und Satellitenbilder von Google Earth daher sichtbar. Eine Einfärbung der

administrativen Einheiten findet dann erst bei Berührung des Auslösers statt. Der Style für den Mouseovereffekt verfügt, anders als der normale Style, über eine Angabe von Text, damit beim Wechsel des Styles durch ein Mouseover-Ereignis nicht nur die Farbe geändert, sondern auch der Name der Einheit angezeigt wird.

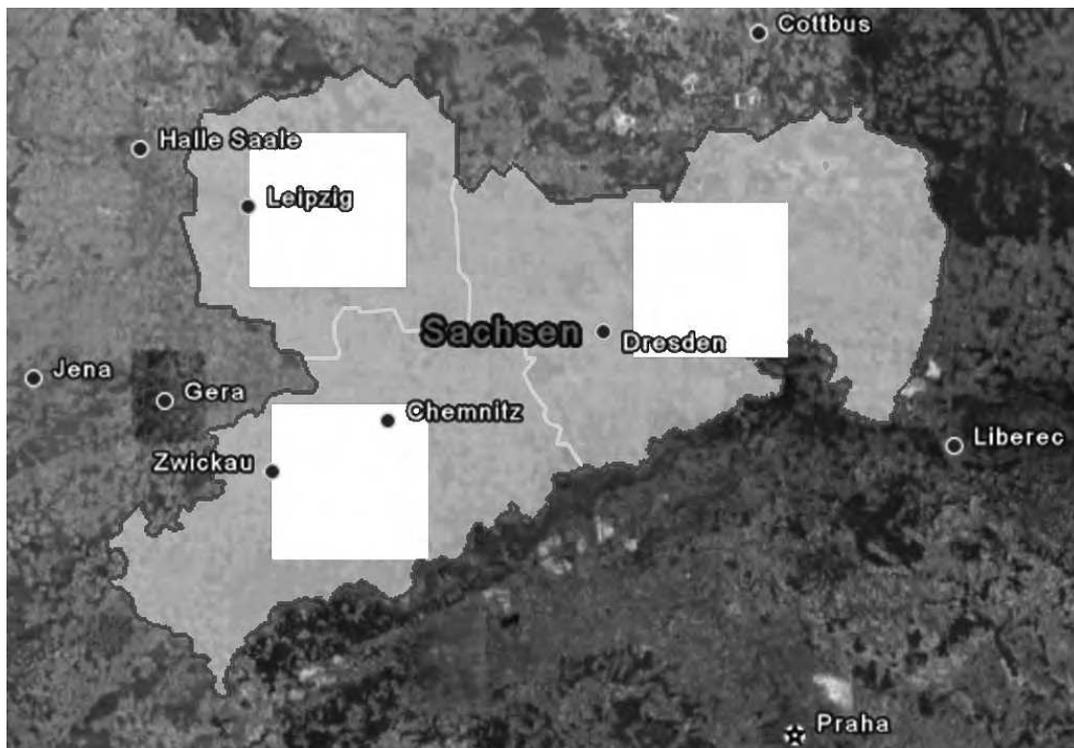


Abbildung 2: Mouseover-Auslöser in weiß

5.2 Struktur der KML-Dateien

An Hand des Aufbaus einer Beispieldatei des Freistaates Sachsen wird ein kurzer Einblick in die grobe Zielstruktur der REGIS:GE-Daten und in die Funktion einzelner Tags gewährt.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.1">
3 <Document>
4 <name>
5 <open>
6 <description>
7 <TimeSpan>
8 <ScreenOverlay>
9 <Folder>
10 <name>Country</name>
11 <Placemark>
12 <name>
13 <snippet>
```

```

14     <description>
15     <styleUrl>
16     <Polygon> bzw. <Point>
17     </Placemark>
18 </Folder>
19 <Folder>
20 <name>NUTS 2 Regions</name>
21 <Placemark>
22 <name>
23 <snippet>
24 <region>
25 <description>
26 <styleUrl>
27 <MultiGeometry>
28 <Point>
29 <Polygon>
30 <MultiGeometry>
31 </Placemark>
32 </Folder>
33 </Document>

```

Das Element `<Placemark>` im Ordner `Country` muss dreimal vorhanden sein. Je ein `Placemark` für die Fläche, Außenlinie und den Namen des Freistaates Sachsen. Dasselbe gilt für `Placemark` im Ordner `NUTS 2 Regions`. Für jeden der drei Regierungsbezirke Sachsens muss ein `Placemark`-Element vorhanden sein.

```

<TimeSpan id="1995-2000">
  <begin>1995</begin>
  <end>2000</end>
</TimeSpan>

```

Bewirkt, dass Elemente nur in einem bestimmten Zeitraum visualisiert werden. Die Zeitangabe erfolgt nach dem Schema `yyyy-mm-ddThh:mm:sszzzzzz`. `T` trennt Datum und Zeit, `z` ist die Abweichung von der Koordinierten Weltzeit (UTC) in `±hh:mm`.

```

<description>
  <![CDATA[HTMLBeschreibung]]>
</description>

```

Der CDATA-Abschnitt sorgt dafür, dass der Inhalt vom Parser nicht als Markup sondern als Text bzw. HTML interpretiert wird.

```

<styleUrl>
http://style.domain.de#COUNTRYFILL
</styleUrl>

```

Der Style des `Placemark` der Landesfläche wird als `#COUNTRYFILL` in der KML - Style - Datei (*<http://style.domain.de>*) definiert.

```

<Region>
  <LatLonAltBox>
    <north>71.050683130314</north>
    <south>35.24816238523</south>
    <east>30.56660842842699</east>
    <west>-10.96947662407101</west>
  </LatLonAltBox>
  <Lod>
    <minLodPixels>1200</minLodPixels>
    <maxLodPixels>-1</maxLodPixels>
  <minFadeExtent>1250</minFadeExtent>
  <maxFadeExtent>0</maxFadeExtent>
</Lod>
</Region>

```

Das `<Region>` Element sorgt dafür Objekte erst ab einer bestimmten Höhe darzustellen (Level of Detail → `<Lod>`), damit bei kleinen Maßstäben das Überlagern von Details verhindert wird. Eine Box mit den Ausmaßen Europas wird definiert, deren Elemente erst sichtbar werden, wenn sie eine Fläche von mindestens 1200 Pixel auf dem Bildschirm einnimmt. Mit `<FadeExtend>` wird sanftes Einblenden zwischen 1250 und 1200 Pixel erzeugt. Die genaue Höhe der Einblendung ist abhängig von der Monitoraufösung.

```

<MultiGeometry>
  <Point>
    <coordinates>
      Länge,Breite(Dezimal°),Höhe(m)
    </coordinates>
  </Point>
  <Polygon>
    <outerBoundaryIs>
      <LinearRing>
        <coordinates>
          Länge,Breite(Dezimal°),Höhe(m)
        </coordinates>
      </LinearRing>
    </outerBoundaryIs>
  </Polygon>
</MultiGeometry>

```

Damit es auch einen den Effekt auslösenden Mouseover - Bereich gibt, muss der Befehl `<MultiGeometry>` eingefügt werden. Dieser erlaubt es, mehrere Elemente in einem zusammen zu fassen. Hier werden der auslösende Mouseover - Punkt und das Flächenpolygon zusammengefasst. Sollte eine Fläche Exklaven besitzen, wie z. B. Inseln, müssen alle zugehörigen `<Polygon>` Elemente in einer `<MultiGeometry>` vereint werden.

6 Fazit

Die Keyhole Markup Language (KML) erwies sich als geeignetes Instrument, die vorgegebene Fragestellung zu bearbeiten. Die gewünschten Funktionen konnten in einer verständlichen und nachvollziehbaren Syntax weitgehend realisiert werden. Dabei sind zwei Eigenschaften hervorzuheben: Erstens erlaubt es die Schnittstelle zu einschlägiger Software für Geoinformationssysteme, vorhandene Geodaten in KML-Daten zu wandeln und in Google Earth zu visualisieren. Zweitens konnte nachgewiesen werden, dass dynamische Geodaten mit KML nutzerfreundlich aufgearbeitet und visualisiert werden können. Die Arbeit an REGIS:GE hat mehrere Schwächen aufgedeckt. KML fehlt es

an der notwendigen Flexibilität und Interoperabilität. Des Weiteren können verwendete Daten und Quellcode nicht geschützt werden. Die Koordinaten und Sachdaten liegen offen in den an den Benutzer übergeben KML-Dateien und können in Shapefiles konvertiert werden. Sie können weiter verwendet werden und das Urheberrecht ist somit leicht zu umgehen.

Scriptsprachen wie GML und KML sind ein wichtiges Werkzeug in der angewandten Geoinformatik der Zukunft, um auf Geodaten basierende Applikationen zu entwickeln. Durch den Beitritt Googles zum Open Geospatial Consortium Anfang 2006 hat KML das Potential, sich in den nächsten Jahren zu einer der wichtigsten geographischen Auszeichnungssprachen im Internet zu entwickeln.

Literatur

- [1] J. Pieper, J. Schweikart und F. Kraus: Generierung und Visualisierung historisch-administrativer Grenzen Europas (1870-2000). In S. Tzschaschel, H. Wild und S. Lentz (Hrsg.), Visualisierung des Raumes: Karten machen - die Macht der Karten, forum ifl, Heft 6, S. 161-172, Leibniz-Institut für Länderkunde, Leipzig, 2007.
- [2] HGIS Germany. Online:
<http://www.hgis-germany.de/> [Stand 2007-06-15].
- [3] Great Britain Historical Geographical Information System.
Online: <http://www.port.ac.uk/research/gbhgis/> [Stand 2007-06-15].
- [4] Belgian Historical GIS. Online:
<http://www.flwi.ugent.be/hisgis/> [Stand 2007-06-15].
- [5] P. Leiberich: Business Mapping Im Marketing. 1. Auflage. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, 1997.
- [6] S. Kehaulai Goo, A. Klein: Google Searches For Government Work. In Washington Post, 28. Februar 2007, D03.
- [7] B. D. Dent: Cartography - Thematic map design. 5. Auflage. WCB/McGraw-Hill, Columbus, 1999.
- [8] T. Klement: Fit für das Datenformat der Zukunft. Fraunhofer Institut, 2003. Online:
http://www.iuk.fraunhofer.de/index2.html?Dok_ID=72&Sp=1&MID=26&PHPSESSID=f9519483ab9ac387ab1aacf31047df0a [Stand 2007-05-18].
- [9] W3C: Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fourth Edition), 2006. Online:
<http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816/#sec-origin-goals> [Stand 2007-06-14].
- [10] SELFHTML e.V.: Einführung in XML, 2007. Online:
<http://de.selfhtml.org/xml/intro.htm> [Stand 2007-06-17].
- [11] Google Earth-Nutzerhandbuch (v4). Google Earth, 2006. Online:
<http://earth.google.com/intl/de/userguide/v4/>
[Stand 2007-05-16].
- [12] KML Documentation. Google Earth, 2007. Online:
<http://code.google.com/apis/kml/documentation>
[Stand 2007-05-16].
- [13] M. Kraak, A. Brown: Web Cartography - developments and prospects, S. 199. Taylor & Francis, London, 2001.

Kontakt

Bennet Schulte
Technische Fachhochschule Berlin
FB III, Bauingenieur- und Geoinformationswesen
Luxemburger Str. 10
13353 Berlin
e-mail: regis@benneten.de

Dipl.-Ing. Jonas Pieper
Technische Fachhochschule Berlin
FB III, Bauingenieur- und Geoinformationswesen
Luxemburger Str. 10
13353 Berlin
e-mail: jpieper@tfh-berlin.de

Prof. Dr. Jürgen Schweikart
Technische Fachhochschule Berlin
FB III, Bauingenieur- und Geoinformationswesen
Luxemburger Str. 10
13353 Berlin
e-mail: schweikart@tfh-berlin.de