



Abschlussprojekt Web mapping Kurs 18S

Lehrveranstaltung: Geoinformatik: Web mapping (VU3)

Autoren: Johannes Branke, Christian Gruber & David Segat

Eingereicht bei:

Förster Klaus, BSc
Mag. Öggl Bernhard

Institut für Geographie, Universität Innsbruck



Ort und Abgabedatum:

Innsbruck, 12.06.2018

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	2
Struktur und Inhalte	2
Übersichtskarte Tirol	3
Vergleichskarten Tirol.....	6
Probleme und Verbesserungsvorschläge	10
Fazit	10
Abbildungsverzeichnis.....	11
Literaturverzeichnis	11

Einleitung

Der folgende Bericht versucht eine Erläuterung aller getätigten Arbeitsschritte des Kollektivs „Gspritzt“ darzustellen, welche im Zuge des Kurses „Geoinformatik: Webmapping“ durchgeführt wurden um das darin beinhaltete Abschlussprojekt durchzuführen.

Das Kollektiv“ Gspritzt“ besteht aus den drei Geographiestudenten, Johannes Branke, Christian Gruber und David Segat ¹, welche es sich zum Ziel gesetzt haben durch ihr Projekt auf den Gletscherrückgang im Alpenraum (explizit gesamt Tirol) aufmerksam zu machen, Zusammenhänge darzustellen und die Möglichkeit zu bieten diesen anhand von Vergleichskarten selbst zu untersuchen. Um den organisatorischen Ablauf während des Projektes und die generelle Zusammenarbeit zu vereinfachen wurden alle Arbeitsschritte innerhalb eines „Github Repositories“ (<https://github.com/Gspritzt/Gspritzt.github.io>) (Gspritzt 2018) gesichert und zugänglich gemacht. Als Voraussetzung wurde festgehalten, dass ausschließlich „Open-Data“ für das Projekt verwendet werden sollte.

Struktur und Inhalte

Das Projekt sollte mehrere Informations- und Visualisierungsmöglichkeiten beinhalten und wurde daher in unterschiedliche Unterpunkte gegliedert. Diese können über eine implementierte Navigationsleiste (Siehe Abb. 1) aufgerufen werden.

¹

Johannes Branke (<https://github.com/brankej>)
Christian Gruber (<https://github.com/chgruber>)
David Segat (<https://github.com/webmappingds18>)



Abbildung 1 : Ansicht der Navigationsleiste (Screenshot index.html)

Die Aufgabe dieser „Startseite“ wurde so definiert, dass diese lediglich als Ausgangspunkt für die zusätzlich angefertigten komplexeren Seiten dient und darüber hinaus grundlegende Informationen über den Gletscherrückgang im Alpenraum bereithält. Als einzig nennenswertes Element im Zusammenhang mit den Codierungsarbeiten sollte der Codeblock für die Navigationsleiste genannt werden (siehe Abb. 2). Zusätzlich werden noch Links für weiterführende Informationen zur Verfügung gestellt und die entsprechenden Webseiten können direkt angewählt werden.

Die Gestaltung der HTML- Seite wird wie bei allen anderen im Projekt erstellten HTML Daten durch eine dazugehörige CSS-Stylesheet Datei festgelegt.

```

28     <div class="topnav">
29         <ul>
30             <li><a href="index.html" style="float:left" class="active">Erklärung Gletscherrückgang</a></li>
31             <li><a href="Gspritzt_map.html">Übersichtskarte Gletscher Tirol</a></li>
32             <li><a href="relationmap.html">Orthophoto Vergleichskarte Nordtirol</a></li>
33             <li><a href="relationmap_st.html">Orthophoto Vergleichskarte Südtirol</a></li>
34             <li><a href="about_us.html">Über Uns</a></li>
35         </ul>
36     </div>

```

Abbildung 2: Code zur Implementierung der Navigationsleiste (Screenshot index.html topnav)

Übersichtskarte Tirol

Die Übersichtskarte hat das Ziel die Gletscher von gesamt Tirol überblicksmäßig darzustellen. Mit Hilfe der jeweiligen Gletscherinventare von 2006 (Tirol: Fischer et al. 2015, Abermann et al. 2012; Südtirol: Bürgernetz 2018) konnten die Gletscher in den jeweiligen Karten dargestellt werden. Anzu-merken ist hier das es leider keine neueren Daten zur freien Verfügung standen und die in der Karte abgebildeten Gletscherpolygone für Tirol und Südtirol demnach aus dem Jahr 2006 stammen. Für Südtirol wurde 2015 ein neues Inventar erstellt, war aber noch nicht frei zum Herunterladen.

Wie bereits in vorherigen Kursprojekten verwendeten wir für die Kartendarstellung verschiedene Karten Layer. Besonders anschaulich für das Hochgebirge stellte sich die „OpenTopoMap“ (OpenTo-

poMap 2018) heraus. Aufgrund der Reliefdarstellung mit Höhenlinien und Geländeschumierung wird hier auch das Hochgebirge gut ersichtlich, weshalb dieser als Startlayer ausgewählt wurde. Des Weiteren wurde zur Kartendarstellung ein WMS-Layer mit Orthophotos von gesamt Tirol erstellt. Dazu wurde die WMS-Layer in eine gemeinsame Layer-Group geladen, da es keinen zusammenhängenden Layer vom dem Gebiet gibt. Dieser kann optional zur Kartendarstellung hinzugeladen werden. In diese Layer-Group wird auch der Nomenklatur Layer von Tirol geladen, für Südtirol war dieser leider nicht vorhanden. Datenstand der Orthophotos ist dabei das Jahr 2016 für Tirol und 2014-15 für Südtirol. Als weiterer Layer für die Übersichtskarte wurden die Grenzen von gesamt Tirol eingefügt. Die Daten dafür lagen in Form von zwei Shapefiles vor, welche in GeoJSON's umgewandelt wurden. Die Namen, sowie vergangene Gletscherflächen wurden mit dem Leaflet Plugin Leaflet.MarkerCluster (Leaflet, 2018) visualisiert. Die weiteren Implementierungsschritte der Grenzen sind in der Abb. 3 zu sehen. Anzumerken ist das diese und alle weiteren Shapefiles dieser Karte, vorweg in das Koordinatensystem WGS84 umprojiziert wurden.

```

89 //=====Border=====
90 let TirolBorderGeojson = L.geoJSON(suedtirol_border, {
91   style: function(feature) {
92     return {color: "#de2d26"}; //http://colorbrewer2.org/#type=sequential&scheme=Reds&n=3
93   });
94 let SuedtirolBorderGeojson = L.geoJSON(tirol_border, {
95   style: function(feature) {
96     return {color: "#de2d26"};
97   });
98
99 const AllBorderGrp = L.layerGroup([TirolBorderGeojson, SuedtirolBorderGeojson]).addTo(myMap);
100

```

Abbildung 3: Code zur Implementierung des Grenzlayers (Screenshot gspritzt_map.js)

Für das Einbinden der Gletscherinventardaten war auch das umwandeln von einem Shapefile in ein GeoJSON Format notwendig. Durch dieses konnten die Gletscherflächen mit der Ausdehnung von 2006 in der Übersichtskarte angezeigt werden. Um weitere Infos wie Gletschernamen, Fläche aus verschiedenen Jahren anzuzeigen wurden Marker verwendet. Die dazu benötigten Daten wurden aus den Gletscherinventardaten generiert. Mit Hilfe von Quantum GIS (QGIS) konnten die jeweiligen Gletschermittelpunkte mit x-y Koordinaten erzeugt werden, welche noch die Daten vom Gletscherinventar enthielten. Der Gletscherinventar Layer von Südtirol (2006) enthielt dabei auch noch die Flächendaten von 1997 und konnten wie in Abb. 4 abgefragt werden.

```

156   }).addTo(Glacierpts_st);
157   Glacierpts_st.addLayer(geojson_st);
158   //myMap.fitBounds(Glacierpts_st.getBounds());
159   Glacierpts_st.bindPopup(function(layer) {
160     const props = layer.feature.properties;
161     const Area2006 = (props.GLAC_AREA_06).toFixed(3)
162     const Area1997 = (props.GLAC_AREA_97).toFixed(3)
163     const popupText = `<h1>${props.GLETSCHERN}</h1>
164     <p> Fläche 1997:  ${Area1997} km²</p> <p> Fläche 2006:  ${Area2006} km²</p>`;
165     return popupText; //replaced in geojson js GLAC_GLACIER_NAME_DE with GLETSCHERN
166   }
167   );

```

Abbildung 4: Marker Südtirol (Screenshot gspritzt_map.js)

Um auch die älteren Flächendaten für die Tiroler Gletscher zu erhalten war ein zusätzlicher Arbeitsschritt notwendig. Dazu wurden die Daten der älteren Gletscherinventare mit Hilfe von QGIS an die aktuelle Attributtabelle mithilfe der Gletscher Nummer (NR) angefügt und erst im nächsten Schritt in eine GeoJSON Datei umgewandelt und im Javascript wie in Abb. 4 eingebunden. Wie bei allen Umwandlungen von Esri Shapefiles in das GeoJSON-Format musste davor das Tool „Fix Geometries“ ausgeführt werden, da sonst der weitere Prozess nicht durchführbar war.

```

117   }).addTo(Glacierpts);
118   Glacierpts.addLayer(geojson);
119   myMap.fitBounds(Glacierpts.getBounds());
120   Glacierpts.bindPopup(function(layer) {
121     const props = layer.feature.properties;
122     const Area2k6 = (props.Shape_Area/100000).toFixed(2)
123     const Area1998 = (props.area1998/100000).toFixed(2)
124     const Area1969 = (props.area1969/100000).toFixed(2)
125     const popupText = `<h1>${props.GLETSCHERN}</h1>
126     <p> Fläche 1969:  ${Area1969} km²</p><p> Fläche 1998:  ${Area1998} km²</p><p> Fläche 2006:  ${Area2k6} km²</p>`;
127     return popupText;
128   });

```

Abbildung 5: Marker Tirol (Screenshot gspritzt_map.js)

Um die Suche von bestimmten Gletschern zu erleichtern wurde auch Leaflet.Search, eine Suchfunktion, in die Karte eingebunden (Cudini 2018). Um sowohl die MarkerClusterGroup der Tiroler und der Südtiroler Gletscher gleichzeitig zu durchsuchen, bedurfte es Vorarbeit. Die Herausforderung war, dass beide GeoJSON Files unterschiedlich aufgebaut waren. Im Tiroler GeoJSON File war die Spalte mit den Gletschernamen mit „GLETSCHERN“, im Südtiroler File hingegen „GLAC_GLACIER_NAME_DE“ benannt. Die Leafleterweiterung „L.Control.Search“ kann jeweils aber nur einen „propertyName“ suchen. Dieses Problem wurde mit dem Bearbeiten der GeoJSON Datei von Südtirol behoben indem es mit der Funktion „Suchen & Ersetzen“ in „GLETSCHERN“ umbenannt wurde. Somit funktionierte auch dann das Script wie es in der Abb. 6 dargestellt ist.


```

205 //=====
206 /*let searchlayer = ['GLETSCHERN','GLAC_GLACIER_NAME_DE']; !!!*/
207
208 myMap.addControl( new L.Control.Search({
209   layer: L.featureGroup([Glacierpts, Glacierpts_st]),
210   initial: false,
211   propertyName: 'GLETSCHERN',
212 }));

```

Abbildung 6: Marker Tirol (Screenshot gspritzt_map.js)

Des Weiteren wurde die HTML Seite der Übersichtskarte mit Infos zu den Gletschern von Tirol ausgestattet. Dabei wurde auch auf die Messmethoden und aktuelle Entwicklungen eingegangen. Die Daten dafür stammen hauptsächlich von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Für ein tieferes Beschäftigen mit der Materie wurde am Seitenende essentielle Links zum Thema Gletscher Tirol angefügt. Zur generellen Übersicht und zur Orientierung wurden sowohl das Leaflet Plugin Leaflet.Fullscreen (Leaflet 2018) und Leaflet.Hash (Evans 2013) hinzugefügt.

Vergleichskarten Tirol

Als eine zentrale Kartenapplikation des Projektes, fungiert eine Split Screen Darstellung von Orthophotos unterschiedlicher Zeitpunkte, welche den Gletscherrückgang veranschaulichen sollen und durch die selbst durchführbare visuelle Kontrolle greifbarer gemacht wird (Siehe Abb. 7).

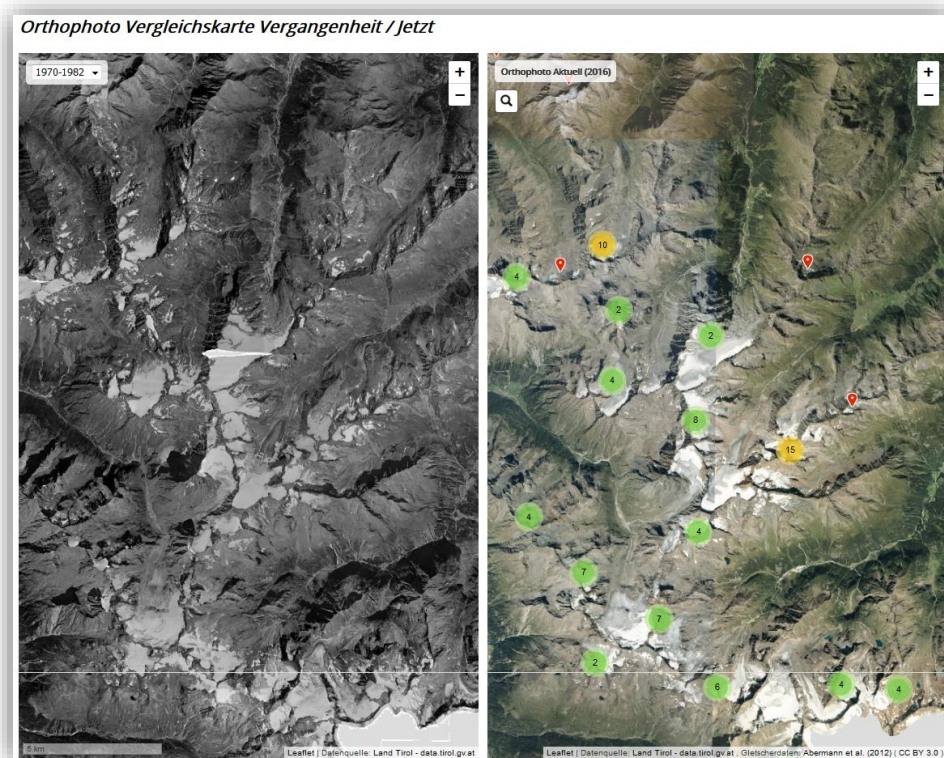


Abbildung 7: Split Screen Darstellung „Orthophoto Vergleichskarte Vergangenheit / Jetzt“ (Screenshot relationmap.html)

Um diese Kartenapplikation zu ermöglichen wurden für die HTML-Seite dazugehörige CSS Stylesheets und Java-Skript Dateien erstellt und entsprechend codiert. Als zentrales Merkmal dient dabei die Split Screen Funktion. Diese wurde erzeugt in dem Zwei Karten innerhalb der HTML Seite (relationmap.html) implementiert wurden und die Ausdehnung der beiden Karten in der CSS Stylesheet (style_relationmap.css) Datei mit 49,5 % Breite definiert wurden (Siehe Abb. 8). Dadurch konnten beide Kartenapplikationen nebeneinander generiert werden und es ist eine direkte Vergleichbarkeit gewährleistet.

```
72 #map1, #map2 {  
73     width: 49.5%;  
74     height: 100%;  
75 }  
76
```

Abbildung 8: Definition der Kartenbreite innerhalb der CSS Datei „style_relationmap.css“ (Screenshot)

Aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Gletscherflächen, welche durch hinzugefügte Marker Icons angezeigt werden und deren räumliche Verteilungen, wurden mithilfe von dem Leaflet Plugin (Leaflet.Markercluster), Marker Cluster erstellt um eine Übersichtlichkeit sicherzustellen (Leaflet, 2018). Die rechts angeordnete Karte weist keine Auswahlfunktion auf und veranschaulicht stets Kartenausschnitte aus einem Orthophoto aus dem Jahr 2016, mit der Tiroler Landesfläche als räumliche Begrenzung. Die links angeordnete Karte verwendet die Selbe räumliche Begrenzung, ermöglicht es jedoch Kartenmaterial aus verschiedenen Zeiträumen aufzurufen. Um eine solche Auswahlmöglichkeit bereitzustellen wurde ein Dropdown Menü in die Kartenapplikation implementiert, wodurch verschiedene WMS Layer aufrufbar sind.

```
71 let map1 = L.map('map1', {  
72     layers: ortho_1970_1982,  
73     center: startCenter,  
74     zoom: startZoom,  
75     zoomControl: false,  
76     minZoom: minZoom,  
77     scrollWheelZoom: false,  
78 }  
79 });
```

Abbildung 9: Codierung der „Auswahlkarte“ innerhalb der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)

Als erstauferufene Karte, werden die WMS Orthophoto Daten aus den Jahren 1970-1982 aufgerufen (Siehe Abb. 9). Um eine Auswahlmöglichkeit der unterschiedlichen Zeiträume zu gewährleisten, wird eine neue Funktion innerhalb des entsprechenden Java-Skriptes (script_relationmap.js) erstellt. Diese

leert bei entsprechender Auswahl die aufgerufenen Kartendaten innerhalb der Kartenapplikation und lädt im Anschluss die neu ausgewählten Kartendaten (Siehe Abb. 10).

```
202 function changeBasemap(map, basemap) {
203   let mAp = map1
204
205   // function that removes loaded layers
206   function clearAllLayers() {
207     let featureLayerCollection = [ortho_1970_1982, ortho_1999_2004, ortho_2004_2009, ortho_2009_2012, ortho_2013_2015, ortho_aktuell_rgb]
208     for (let i = 0; i < featureLayerCollection.length; i++) {
209       mAp.removeLayer(featureLayerCollection[i]);
210     }
211     //this line empties the array
212     featureLayerCollection.length = 0;
213   }
214   clearAllLayers()
215
216   // Add appropriate new layer -- insert all basemap letiables
217   switch (basemap) {
218     case 'ortho_1970_1982':
219       mAp.addLayer(ortho_1970_1982);
220       break;
221     case 'ortho_1999_2004':
222       mAp.addLayer(ortho_1999_2004);
223       break;
224     case 'ortho_2004_2009':
225       mAp.addLayer(ortho_2004_2009);
226       break;
227     case 'ortho_2009_2012':
228       mAp.addLayer(ortho_2009_2012);
229       break;
230     case 'ortho_2013_2015':
231       mAp.addLayer(ortho_2013_2015);
232       break;
233     case 'ortho_aktuell_rgb':
234       mAp.addLayer(ortho_aktuell_rgb);
235       break;
236     default:
237       break;
238   }
239 };
240
241 // combine map1basemap select with changeBasemap function
242 $(document).ready(function () {
243   $('map1basemaps select').change(function () {
244     changeBasemap('map1', $(this).val());
245   });
246 });
247
```

Abbildung 10: Funktion zur Kartenauswahl in der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)

Die Besonderheit dieser Kartenapplikation und daher von zentraler Bedeutung für den Informationsgehalt des Projektes, stellt die visuelle Vergleichsmöglichkeit der Gletscherflächen innerhalb der beiden Karten dar. Um dabei eine Orientierung und optimale Vergleichbarkeit zu erreichen wurde eine Codierung innerhalb des Java-Skripts vorgenommen, um eine synchrone Bewegung in den beiden Karten zu ermöglichen (Siehe Abb. 11). Dies bedeutet, dass jegliche Auszugsveränderung in einer der beiden Karten, identisch und zeitgleich in der jeweils anderen automatisch durchgeführt wird.


```

179 // sync code adapted from https://www.mapbox.com/mapbox.js/example/v1.0.0/sync-layer-movement/
180 // when either map finishes moving, trigger an update on the other one
181 map1.on('moveend', follow).on('zoomend', follow);
182 map2.on('moveend', follow).on('zoomend', follow);
183
184 // when calling sync, do not infinitely loop again and sync other maps
185 let quiet = false;
186 function follow(e) {
187   if (quiet) return;
188   quiet = true;
189   if (e.target === map1) sync(map2, e);
190   if (e.target === map2) sync(map1, e);
191   quiet = false;
192 }
193
194 // sync steals settings from the moved map (e.target) and applies them to other map
195 function sync(map, e) {
196   map.setView(e.target.getCenter(), e.target.getZoom(), {
197     animate: false,
198     reset: true
199   });
200 }

```

Abbildung 11: Codierung zur Synchronisierung der Karten innerhalb der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)

Ähnlich wie in der Übersichtskarte, werden die unterschiedlichen Gletscherflächen innerhalb der Vergleichskarten, mit Marker Objekten gekennzeichnet. Diese wurden erneut mit einer Popup-Funktion generiert, weißten dabei jedoch nur die Namensbezeichnung auf und keine Flächeninformation. Zusätzlich sind in den Vergleichskarten auch keine Polygonflächen der Gletscher beinhaltet. Um die Nutzbarkeit und Orientierung zu gewährleisten wurde erneut eine Suchfunktion eingefügt (Siehe Abb. 12).

```

173 map2.addControl(new L.Control.Search({
174   layer: Glacierspts,
175   initial: false,
176   propertyName: 'GLETSCHERN',
177 }));
178

```

Abbildung 12: Codierung für die implementierte Suchfunktion innerhalb der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)

Neben diesen zentralen Steuerungselementen wurden selbstverständlich grundlegende Aspekte wie beispielsweise eine Zoomfunktion, eine Legende oder eine metrische Maßstabsleiste eingefügt. Wie in der eingangs erwähnten Navigationsleiste zusehen, wurde zusätzlich eine HTML-Seite mit dem entsprechenden Java-Skript und CSS Stylesheet Dateien, im selben Muster für den Südtiroler Raum erstellt und eingefügt.

Für die Vergleichskarte Tirol stehen Orthofotos für die Zeiträume (1970-1982, 1999-2004, 2004-2009, 2009-2012, 2012-2015, 2016) zur Verfügung. Für Südtirol belaufen sich die implementierten Orthofoto Zeiträume auf (1992-1997, 2000, 2003, 2006, 2008, 2011, 2014-2015).

Probleme und Verbesserungsvorschläge

Probleme

Das Laden der Übersichtskarte dauert, vermutlich aufgrund der vielen Polygon-Punkte der Gletscher-polygon-Layer sehr lang (5 Sekunden +). Aus diesem Grund wurde in der HTML-Datei der Übersichtskarte bei allen JavaScript Dateien ein *defer* eingebaut. Das führt dazu, dass die HTML Seite erst geladen wird und anschließend die Karte erst geladen wird. Damit ist das Lade-Dauer-Problem nicht behoben, jedoch sind dann bereits die anderen HTML Informationen lesbar und verwendbar. Wir hätten die Möglichkeit und die Daten für die Gletscherstände in Tirol ebenfalls Geojson-Polygon-Dateien in die Karte einzubinden zur Verfügung gehabt, jedoch hätte das die Ladezeiten weiter erhöht. Deshalb haben wir uns entschieden die Flächeninformationen in den PopUps zu speichern.

Ebenso gibt es bei den Vergleichskarten beim buffern der WMS-Layer deutliche Ladezeiten, bei schnellem Zoom oder Veränderung der Kartenposition. Interessanterweise Laden die WMS-Layer der Orthofotos der Autonomen Provinz Bozen schneller, als die von Tirol.

Verbesserungsvorschläge

Als einen möglichen Verbesserungsvorschlag sehen wir im Team, die Idee, anstatt der gestreamten WMS Daten in einer tiefen Beschäftigung mit dem Thema klassifizierte Landsat 6,7,8 oder Sentinel 2 Satellitenbildszenen als Vergleichsbetrachtung heranzuziehen. Die Landsatssatellitenszenen überdecken einen deutlich längeren Zeitraum und bieten die Möglichkeit lokal gespeicherte Daten für die Web-Kartenapplikation zu verwenden. Ebenso sind sowohl Landsat, wie auch Sentinel Satellitenbilder frei verfügbar.

Fazit

Das Web Mapping Projekt „Gletscher Tirol“ möchte auf den Gletscherrückgang im Alpenraum (explizit gesamt Tirol) aufmerksam zu machen, Zusammenhänge darzustellen und die Möglichkeit bieten diesen anhand von Vergleichskarten selbst zu untersuchen. Dafür wurde ausschließlichen „Open-Data“ verwendet. Das Projekt hat motiviert sich mit der einerseits der Gletscherthematik im Alpenraum auseinanderzusetzen, andererseits sich durch HTML, JS und CSS Code zu hacken. Das war eine spannende Erfahrung und diese wird definitiv zu neuen Leaflet Kartenprojekten führen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Ansicht der Navigationsleiste (Screenshot index.html)	3
Abbildung 2: Code zur Implementierung der Navigationsleiste (Screenshot index.html topnav)	3
Abbildung 3: Code zur Implementierung des Grenzlayers (Screenshot gspritzt_map.js).....	4
Abbildung 4: Marker Südtirol (Screenshot gspritzt_map.js)	5
Abbildung 5: Marker Tirol (Screenshot gspritzt_map.js)	5
Abbildung 6: Marker Tirol (Screenshot gspritzt_map.js)	6
Abbildung 7: Split Screen Darstellung „Orthophoto Vergleichskarte Vergangenheit / Jetzt“ (Screenshot relationmap.html)	6
Abbildung 8: Definition der Kartenbreite innerhalb der CSS Datei „style_relationmap.css“ (Screenshot)	7
Abbildung 9: Codierung der „Auswahlkarte“ innerhalb der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)	7
Abbildung 10: Funktion zur Kartenauswahl in der der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)	8
Abbildung 11: Codierung zur Synchronisierung der Karten innerhalb der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)	9
Abbildung 12: Codierung für die implementierte Suchfunktion innerhalb der „script_relationmap.js“ Datei (Screenshot)	9

Literaturverzeichnis

- Abermann, J.; Seiser, B.; Meran, I.; Stocker-Waldhuber, M.; Goller, M. und Fischer, A. (2012): The third glacier inventory of North Tyrol, Austria, for 2006, supplement to: Abermann, Jakob; Seiser, Bernd; Meran, Ingrid; Stocker-Waldhuber, Martin; Goller, Markus; Fischer, Andrea (2012): A new ALS glacier inventory of North Tyrol, Austria, for 2006 AD. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, 43/44, 109-119.
<http://dx.doi.org/10.1594/PANGAEA.806960>
- Autonome Provinz Bozen (2015): *Südtirol - Alto Adige Open Data*. Südtirol - Alto Adige Open Data. <http://daten.buergernetz.bz.it/de/> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Autonome Provinz Bozen (2018): *Geokatalog Südtiroler Bürgernetz - Ihr Portal zur öffentlichen Verwaltung*. Geokatalog Südtiroler Bürgernetz - Ihr Portal zur öffentlichen Verwaltung. <http://geokatalog.buergernetz.bz.it/geokatalog/#/> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort und Magistrat der Stadt Wien (2018): *data.gv.at - offene Daten Österreichs*. data.gv.at - offene Daten Österreichs. <https://www.data.gv.at/> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Cudini, S. (2018): *stefanocudini/leaflet-search*. stefanocudini/leaflet-search. <https://github.com/stefanocudini/leaflet-search> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Dougherty, J. (2016): *JackDougherty/leaflet-map-sync*. JackDougherty/leaflet-map-sync. <https://github.com/JackDougherty/leaflet-map-sync> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Evans, M. L. (2013): *mlevans/leaflet-hash*. mlevans/leaflet-hash. <https://github.com/mlevans/leaflet-hash> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Fischer, A.; Seiser, B.; Stocker-Waldhuber, M.; Mitterer, C. und Abermann, J. (2015): The Austrian Glacier Inventories GI 1 (1969), GI 2 (1998), GI 3 (2006), and GI LIA in ArcGIS (shapefile) format, supplement to: Fischer, Andrea; Seiser, Bernd; Stocker-Waldhuber, Martin; Mitterer, Christian; Abermann, Jakob (2015): Tracing glacier changes in Austria from the Little Ice Age to the present using a lidar-based high-resolution glacier inventory in Austria. The Cryosphere, 9(2), 753-766. <http://dx.doi.org/10.1594/PANGAEA.844988>

- geoland.at.; ITS Vienna Region / GIP.at Betreiber.; TU Wien und Fa. Synergis (2018): *basemap.at – der Verwaltungsgrundkarte von Österreich*. basemap.at. <https://www.basemap.at/> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Groß, G. (1987): Der Flächenverlust der Gletscher in Österreich 1850 – 1920 – 1969. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 23: 131–141.
- Gspritzt (2018a): *Gletscherrückgang im Alpenraum Gletscher und Klimawandel*. Gspritzt/Gspritzt.github.io. <https://gspritzt.github.io/index.html> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Gspritzt (2018b): *Gspritzt/Gspritzt.github.io*. Gspritzt/Gspritzt.github.io. <https://github.com/Gspritzt/Gspritzt.github.io> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- jQuery (2018): *jQuery*. JQuery. <https://jquery.com/> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Lambrecht, A. und Kuhn, M. (2007): Glacier changes in the Austrian Alps during the last three decades, derived from the new Austrian glacier inventory. *Annals of Glaciology*, 46: 177–184. <http://dx.doi.org/10.3189/172756407782871341>
- Leaflet (2018a): *Leaflet/Leaflet.fullscreen*. Leaflet/Leaflet.fullscreen. <https://github.com/Leaflet/Leaflet.fullscreen> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- Leaflet (2018b): *Leaflet/Leaflet.markercluster*. Leaflet/Leaflet.markercluster. <https://github.com/Leaflet/Leaflet.markercluster> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- OpenStreetMap und Mitarbeiter (2018): *OpenStreetMap*. OpenStreetMap. <https://www.openstreetmap.org/> [Zugriff: 12. 06. 2018].
- OpenTopoMap (2018): *OpenTopoMap Topographische Karten aus OpenStreetMap*. OpenTopoMap. <https://opentopomap.org/> [Zugriff: 12. 06. 2018].