

Cryosphere mapping – virtual tour

für Geoinformatik: Web mapping (22S)

Juni 2022

Leitung:
Klaus Förster, Bernd Öggl

Robert Sußbauer und Franz Wagner

Inhalt

1	Kurzbeschreibung des Projekts	2
2	Architektur	3
3	Study Area.....	5
4	Methods.....	6
5	Results	7
6	Schwierigkeiten.....	8
7	Literatur, Daten und Plugins	9

1 Kurzbeschreibung des Projekts

Ziel des Projekts ist die Vermittlung wissenschaftlicher Ergebnisse anhand einer mehrstufigen Website, die sowohl Karten als auch Informationen in Form von weiteren Grafiken und Texte beinhaltet. Der übergeordnete Fokus liegt dabei auf einer möglichst anschaulichen, niederschweligen Wissensvermittlung. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit soll auch Personen, die der Thematik fremd sind, zugänglich gemacht werden (siehe Kapitel: Zielgruppe).

In einem parallelen Projekt (Masterstudium Geographie Innsbruck: Methodenkurs „Automatisierung von Fernerkundung“ bei Martin Rutzinger und Andreas Kollert) wurde eine Studie zur automatisierten Klassifizierung von Oberflächen mittels Machine Learning Algorithmen im Bereich des Hintereisferners (Ötztal) mit dem Kollegen Stefan Angerer durchgeführt. Als Ergebnisse der Studie werden die Klassifizierten Daten als GeoJSON in einer Karte dargestellt. Zusätzlich werden die einzelnen Flächenverteilungen tabellarisch präsentiert (siehe Kapitel: Methoden, Results).

Außerdem soll es User*innen ermöglicht werden, mit Hilfe der Website und Karten eine Exkursion zum Hintereisferner zu planen. Die User*innen werden bei der Planung mit Kartographischen Darstellungen des Untersuchungsgebiets inkl. Regenradar und Höhenprofil entlang der Wanderroute unterstützt (siehe Kapitel: Study Area).

2 Architektur

Bei der Konzeption unserer Webpage haben wir die Anforderungen an der finalen Webpage herausgearbeitet. Mit der Hilfe von Web-Literatur haben wir für uns fünf wichtige Kriterien, die unsere Webseite erfüllen muss, festgemacht (Duplexmedia, 2022 & innotag, 2022).

Unsere Kriterien im Überblick:

1. Zielgruppe mit Webseite erreichen [Inhaltlich, konzeptionell, Ansprache etc.]
2. Intuitive Navigation
3. modernes dunkles Design
4. Content
5. Technisch: Geringe Wartezeiten und Fehleranfälligkeit

Im Folgenden wird kurz auf unsere selbst definierten Kriterien eingehen:

Zu 1: Zielgruppe mit Webseite erreichen [Inhaltlich, konzeptionell, Ansprache etc.]

Unsere Zielgruppe sind all jene, die sich mit Aspekten der Umfeldveränderung und des Gletscherrückgangs beschäftigen. Die Webpage soll mit einer Stückweit humoristischen Art den realen Ernst der Lage (Forschungsergebnis: Gletscherrückgang) wiedergeben. Die Webpage soll somit informativ und korrekt sein und zugleich kein klassische Forschungsseite sein.

Zu 2: Intuitive Navigation

Eine Intuitive Navigation erachten wir als essenziell für die Benutzerfreundlichkeit der Website. Die Website beinhaltet zwei zentrale Navigationselemente: Am linken Rand befindet sich eine Content-Line, in der mittels Scrollen zwischen den verschiedenen Subpages gewechselt werden kann. Zweitens befindet sich am oberen rechten Rand der Website ein Layer-Stack, auf den von allen Bereichen der Landing Page zugegriffen werden kann. Beim Klick auf den Stack werden die User*Innen zu einer Übersicht der Subpages geleitet, wo zwischen den einzelnen Seiten gewählt werden kann. Zudem wird die Seite, von der aus auf den Stack geklickt wurde, in einer Miniaturansicht dargestellt. Alle Navigationselemente werden auch auf mobilen Endgeräten unterstützt.

Zu 3.: Modernes Dunkles Design

Mit einem optisch ansprechenden Design können die wissenschaftlichen Ergebnisse aufgelockert präsentiert werden. Das dunkle Layout ergänzt sich gut mit den Kartendarstellungen, die sich mit den hellen Grundkarten abheben. So kann der Fokus der User*innen automatisch auf die Inhalte der Karten gelenkt werden.

Zu 4: Content

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit werden ausschließlich grafisch ansprechend in die Website integriert und wurden entsprechend aufbereitet. Die Website soll informativ, jedoch nicht überfordernd sein. Das wurde umgesetzt, indem die Inhalte auf mehrere Subpages aufgeteilt wurden. Somit können die User*innen etappenweise durch die Thematik geführt werden, ohne von einer Informationsflut überfordert zu werden.

Zu 5: Technisch: Geringe Wartezeiten und Fehleranfälligkeit

Geringe Wartezeiten sind unabdingbar für eine gelungene User Experience. Für die Einbindung der Klassifikationsergebnisse wurden verschiedene Publikationsarten getestet: Neben der Publikation als gekachelte Rasterdaten (Tiles) wurde das Einbinden von GeoJSON Daten getestet. Die anfänglichen Sorgen einer nicht ausreichenden Performanz der Vektordaten konnten nicht bestätigt werden, weswegen von den Raster Tiles zugunsten einer schöneren Darstellung als Polygone abgesehen wurde.

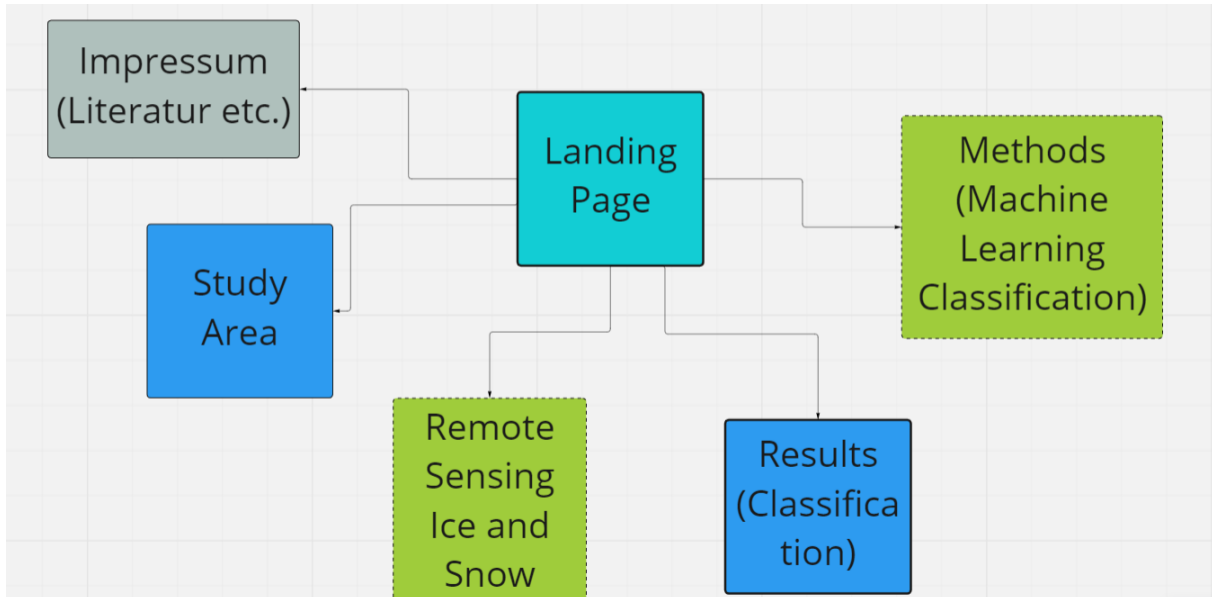


Abbildung 1: Architektur unserer Web-Page.

Das Konzept der Architektur wurde folgendermaßen in der Website umgesetzt:

Landing Page (Navigation und Übersicht):

<https://webmapscience.github.io/>

Study Area (Untersuchungsgebiet und Exkursionsplanung):

<https://webmapscience.github.io/studyarea.html>

Methods (Machine Learning Classification):

<https://webmapscience.github.io/method.html>

Remote Sensing Ice and Snow (Methoden als Storymap):

<https://webmapscience.github.io/method.html>

Results (Classification) (Karte der Klassifikationsergebnisse und Tabelle der Statistischen Auswertung):

<https://webmapscience.github.io/results.html>

Impressum (Literatur):

<https://webmapscience.github.io/references.html>

3 Study Area

Unsere Sub-Page „*studyarea.html*“ dient zur Planung einer Exkursion zum Hintereisferner. Mit Kartographischen Darstellungen des Untersuchungsgebiets inkl. Regenradar und Höhenprofil entlang der Wanderroute wird die Planung unterstützt. Weiterführende Informationen zur Studyarea runden die Planungsvorbereitungen ab.

Im weiteren Verlauf wird Schritt-für-Schritt aufgezeigt und erläutert, wie der Aufbau und Funktionsumfang erreicht wurde.

Einbau der Trekkingroute

Auf Basis der OpenStreetMap-Daten wurde in ArcGIS-Pro ein GPX-Track der Wanderroute zum Aussichtspunkts gezeichnet und als gpx-Datei exportiert.

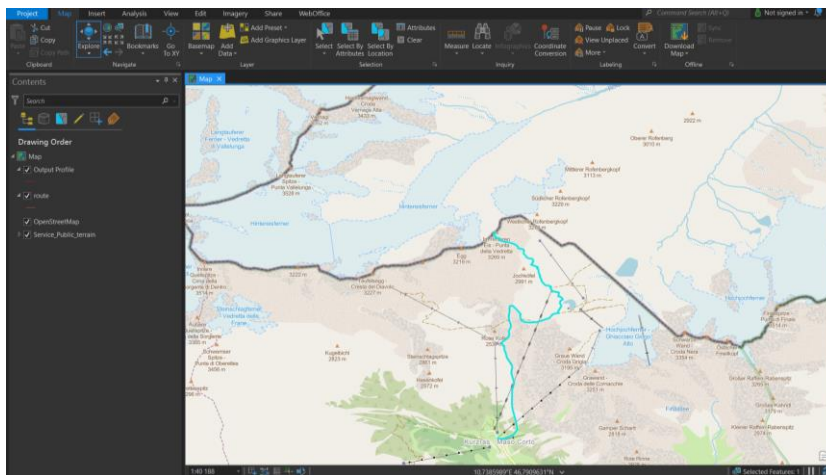


Abbildung 2: Erstellung des GPX-Tracks

Das Plugin *leaflet-gpx* von *mpetazzoni* ermöglicht die Analyse und das Parsen eines GPX-Tracks, um so den GPX-Track als Leaflet-Kartenebene anzuzeigen.

Die Leaflet-GPX Skripte wurden in das HTML-File integriert und anschließend die *route_1.gpx* in *studyarea.js* implementiert. Zur Visualisierung des Geländes der vorgeschlagenen Tour ist mit Hilfe des Plugins *gpx-elevation* ein interaktives Höhenmodell integriert worden. Innerhalb des Plugins wurden eigene Start- und Endpunkte mit Custom-Markerpoints (mit *mapsmarker*) definiert. Wesentliche Tourenrendaten werden im Popup aufgelistet.

Einbau weiterer Planungswerkzeuge in die Karte

Neben den Tourenrendaten befindet sich eine Schnittstelle zum aktuellen Live-Webcam-Foto des Hintereisferners. Mit Hilfe des Fotos kann so die aktuelle Aussicht des Zielorts auf den Gletscher geprüft werden.

Um zwischen unterschiedlichen Hintergrundkarten schalten zu können wurden WMTS Hintergrundlayer der eGrundkarte Tirol integriert. Eine weitere Funktion, das ein wichtiges Werkzeug zur Planungsvorbereitung darstellt, ist das Rainviewer-Plugin. Wetterdaten von AeriWeather API stellen die Niederschlagsmenge der vergangenen zwei Stunden visuell als Heatmap-Overlay dar. So kann überprüft werden ob beispielsweise mit nassem Untergrund gerechnet werden muss.

Mit dem Fullscreen-Plugin wird die Verwendung der Trekkingkarte optimiert und dient primär für die Nutzung unterwegs auf mobilen Endgeräten. Für weitere kartographische Überlegungen und Verbesserung der Orientierung dient die Mini-Map im rechten unteren Kartenrand.

Eine weitere wichtige Funktion, die Vorbereitungsarbeiten für eine Exkursion unterstützt, ist die Druckfunktion der Karte im unteren rechten Kartenrand. Für den Druck kann zwischen zehn unterschiedlichen Maßstab-/Zoomstufen gewählt werden.

Weitere Planungswerkzeuge außerhalb der Karte

Mit Chart.js wurde ein interaktives Kreisdiagramm implementiert, das die Verteilung der Wegbeschaffenheit darstellt. Es wurde zwischen den fünf Wegekategorien *'Primary Street'*, *'Secondary Street'*, *'Living Street'*, *'Footway'*, *'Path'*, *'AlpinePath'* unterschieden.

Unterhalb der Tourenkarte wurde ein Pop-Up Fenster mit der Karte der Ergebnisse integriert, um die parallele Verwendung beider Karten zu unterstützen.

Abschließend gibt ein Text mit Grafik zum Untersuchungsgebiet zusätzliche Information für die Exkursionsvorbereitung.

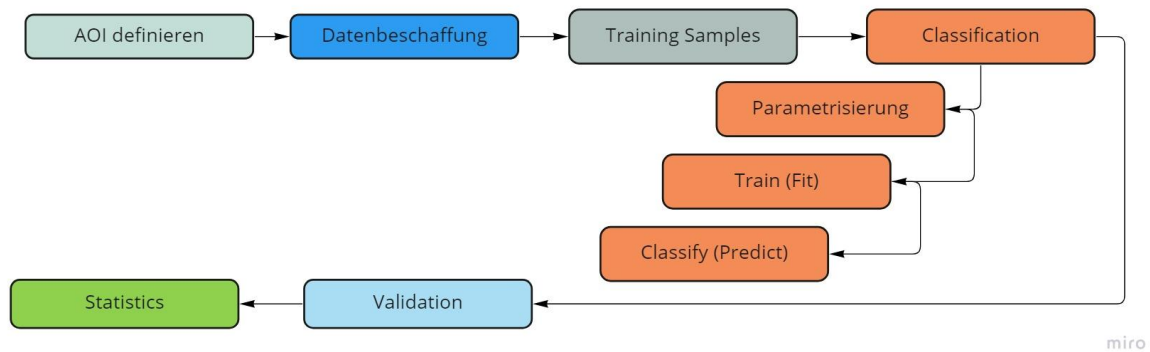
4 Methods

Die Seite „Methods“ gibt Aufschluss über den Ablauf und die Inhalte des begleitenden Projektes zur Oberflächenklassifizierung anhand einer Storymap. Das jQuery Plugin „Storymap“ von Atle Frenvik Sveen ermöglicht das Veranschaulichen von Informationen in einzelnen Story-Blöcken, die jeweils von Karteneinstellungen (Kartenzentrum auf einen Marker, sowie Zoomstufe) begleitet werden. Die Storymap hat eine angenehmes UI: mittels Scrollen kann zwischen den einzelnen Story-Blöcken gewechselt werden.

Die Kartenansichten können alle Leaflet Funktionen beinhalten und wurden im Projekt mit Standard-Funktionen implementiert. Neben Informationen als Text beinhaltet der Block „Retreat of Hintereisferner and Kesselwandferner“ zusätzlich die Einbindung eines aktuellen Webcam-Fotos. Während dem Scrollen durch die Story verändern sich parallel die Zoomstufen in der Karte und die User*innen werden so Schritt für Schritt Story-begleitend dem Untersuchungsgebiet nähergebracht.

5 Results

Im Folgenden werden die Arbeitsschritte, die zum Erstellen der Oberflächenklassifikation am Hintereis-ferner erfolgten, beschrieben.



Ziel der Methodischen Arbeit ist die automatisierte Klassifizierung der Klassen „Eis“, „Schnee“ und „Fels/Debris“ im Hochgebirge mittels Machine Learning Algorithmen unter Verwendung von Open Source Python Modulen. Anhand von trainierten Modellen können weitere Datensätze klassifiziert werden, die das Modell noch nicht kennt. Der Workflow gestaltet sich entsprechend der obigen Grafik folgendermaßen:

Für die Klassifizierung werden die frei verfügbaren, multispektralen Satelliten Szenen der Sentinel 2 Mission (European Space Agency – ESA) verwendet. Die Sentinel 2 Mission besteht aus einem Satelliten-Zwillingspar (Sentinel 2A und 2B), die in Kombination eine Wiederholrate von 5 Tagen gewährleisten und somit für multitemporale Analysen geeignet sind.

Die Klassifizierung wurden mit zwei verschiedenen Machine Learning Algorithmen, die im scikit Learn Modul (Quelle) implementiert sind: dem Random Forest Classifier und dem Multi Layer Perceptron (MLP). Beide Klassifikatoren lassen sich dem Bereich der Künstlichen Intelligenz und dem Unterbereich Machine Learning zuordnen. Der MLP unterscheidet sich vom Random Forest Algorithmus und basiert auf Neuronalen Netzen (Deep Learning).

Die Klassifikation lässt sich unabhängig vom verwendeten Algorithmus in folgende Schritte unterteilen: Erstellen von Training Samples, Parametrisierung des Modells, Trainieren des Modells (Fit), Klassifizierung (Predict), sowie einer nachfolgenden Validierung der Ergebnisse, die zum einen visuell, zum anderen anhand von Fehlermatrizen und deskriptiver Statistik, erfolgt.

Die Ergebnisse beider Klassifikatoren wurden verglichen, validiert und statistisch ausgewertet. In die Website fließen zum einen die Klassifikationsergebnisse in Form von GeoJSON-Polygonen, sowie die Statistik als Tabelle ein.

Aufbau und Funktionen der Seite „Results“

Die Seite „Results“ vermittelt den User*innen Klassifikationsergebnisse und deren Auswertung ist zweiteilig aufgebaut:

Anhand einer Karte werden die klassifizierten Flächen dargestellt. Die Daten liegen als GeoJSON im GitHub Repository. Mit Hilfe einer Layer Control können verschiedene Grundkarten (basemap.at), sowie die einzelnen Jahre der klassifizierten Satellitendaten angezeigt werden. Das Leaflet Fullscreen Plugin ermöglicht eine Visualisierung über den gesamten Bildschirm. Die verwendeten Signaturen für die Polygone werden in einer Legende erläutert. Die Symbolisierung der Klassen Eis und Schnee erfolgt mittels einer Style Funktion, die die Properties der GeoJSON Files ausliest und den einzelnen Klassen entsprechende Farbwerte zuweist.

Die Flächenverteilungen über die drei klassifizierten Labels werden anhand einer Grafik tabellarisch unter der Karte präsentiert.

6 Schwierigkeiten

Die Implementierung des Storymap Plugins konfrontierte uns Anfangs mit Schwierigkeiten, da dort der Verweis auf geographische Koordinaten mit den Strings „LAT LON“ vorgesehen ist, die allgemeine Konvention von Leaflet jedoch „lat lng“ lautet.

Außerdem verursachte die Einbindung des Storymap Plugins zu Beginn Schwierigkeiten, da aufgrund des Alters des Plugins die URLs zum Einbinden noch http enthielten. Moderne Browser lassen einen solchen „Mixed-Content“, also Abhängigkeiten, die teilweise als https, teilweise als http eingebunden werden, nicht mehr zu. Das Problem konnte gelöst werden, indem aktuelle Scripts unter https Standard verwendet wurden.

Bei der Aufbereitung der Klassifikationsergebnisse von Rasterdaten (GeoTIFF) hin zu Vektordaten (GeoJSON) sind einige Punkte zu bedenken. Zum einen muss der klassifizierte Raster im Datentyp Integer vorliegen, damit er als GeoJSON exportiert werden kann. Außerdem müssen die Daten in das System WGS 84 (EPSG 4326) transformiert werden, damit sie in den Leaflet Karten dargestellt werden können.

7 Literatur, Plugins und Daten

Literatur

Was macht eine gute Webseite aus? Aufgerufen am 28.06.2022 unter <https://www.duplexmedia.com/blog/webdesign/webdesign-was-macht-eigentlich-eine-gute-webseite-aus>

Was macht eine gute Webseite aus. Aufgerufen am 28.06.2022 unter <https://innotag.de/website-relaunch/was-macht-eine-gute-webseite-aus/>

Plugins

Font awesome:

<https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/6.1.1/css/all.min.css>

Leaflet:

<https://unpkg.com/leaflet@1.8.0/dist/leaflet.css>

<https://unpkg.com/leaflet@1.8.0/dist/leaflet.js>"

Leaflet providers plugin:

<https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-providers/1.13.0/leaflet-providers.min.js>

Leaflet fullscreen plugin:

<https://api.mapbox.com/mapbox.js/plugins/leaflet-fullscreen/v1.0.1/Leaflet.fullscreen.min.js>

<https://api.mapbox.com/mapbox.js/plugins/leaflet-fullscreen/v1.0.1/leaflet.fullscreen.css>

Leaflet gpx-Plugins:

<https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-gpx/1.7.0/gpx.min.js>

leaflet-elevation:

<https://unpkg.com/@raruto/leaflet-elevation/dist/leaflet-elevation.css>

<https://unpkg.com/@raruto/leaflet-elevation/dist/leaflet-elevation.js>"></script>

Mini-Map Plugin:

<https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-minimap/3.6.1/Control.MiniMap.min.js>

<https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-minimap/3.6.1/Control.MiniMap.css>

Storymap

<https://github.com/atlefren/storymap>

Leaflet rainviewer plugin

<https://cdn.jsdelivr.net/gh/mwasil/Leaflet.Rainviewer/leaflet.rainviewer.css>

<https://cdn.jsdelivr.net/gh/mwasil/Leaflet.Rainviewer/leaflet.rainviewer.js>

Leaflet Print Map Plugin

<https://github.com/pasichnykvasyl/Leaflet.BigImage/blob/master/dist/Leaflet.BigImage.min.css>

<https://github.com/pasichnykvasyl/Leaflet.BigImage/blob/master/dist/Leaflet.BigImage.min.js>

Chart.js

<https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js>

Daten

Klassifikationsgrundlage: European Space Agency (ESA): Sentinel-2 Mission

Grundkarten: basemap.at

[OpenStreetMap](https://openstreetmap.org/)

<https://www.mapsmarker.com/>

[AerisWeather API](https://api.aerisweather.com/)

Verwendetes HTML5 Website template:

[BuckyMaler/global: HTML5 website template \(github.com\)](https://github.com/BuckyMaler/global-HTML5-website-template)

Projektergebnisse

Webpage: [Hintereisferner research \(webmapscience.github.io\)](https://webmapscience.github.io/)

Repo: [webmapscience/webmapscience.github.io](https://github.com/webmapscience/webmapscience.github.io):