

GIS-Konzept zur Papier- und Kartonsammlung

4230 Geoinformatik & Raumanalyse



Abbildung 1 Hintergrundkarte OpenStreetMap mit Recycling Logo (Adobe Stock)

Patrick Würsten, Gian-Luca Schmid, Micha Tschanz

Muttenz, 04. März 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Fragestellung	3
1.2	Ziel	3
2	Funktionalität und Aufbau	4
2.1	Architekturaufbau	4
2.2	Datenmodell und Datenbank	5
2.3	Mockup und GUI-Aufbau	6
2.4	Flussdiagramm	9
3	User Persona	9
3.1	Person 1	9
3.2	Person 2	10
3.3	Person 3	10
4	Datensätze (Metadaten und Dokumentation z.B. von API)	11
4.1	SwissBoundary	11
4.2	GitHub Valhalla Chinesepostman Problem	11
4.3	OSM API	11
4.4	Amtliches Strassenverzeichnis API (Swisstopo) [optional]	11
4.5	Meteo API [optional]	11
5	Organisation	12
5.1	Dateiablage	12
5.2	Zeitplan	12
5.3	Rapport	12
6	Abbildungsverzeichnis	13
7	Anhang	13

1 Einleitung

Die Schweiz hat eine lange Tradition im Bereich Recycling und Umweltschutz. Ein wichtiger Bestandteil davon ist die Sammlung von Papier und Karton durch Vereine wie CEVI, Pfadi, JUBLA oder Turnvereine. Diese Sammlungen tragen wesentlich zur Wiederverwertung von Rohstoffen bei und fördern das Umweltbewusstsein bereits in jungen Jahren.

Die Entwicklung eines Geoinformationssystems (GIS), das speziell auf die Bedürfnisse dieser Papier- und Kartonsammlungen zugeschnitten ist, bietet die Möglichkeit, diese Prozesse zu optimieren und effizienter zu gestalten. Ein solches GIS kann dabei helfen, Sammelrouten zu planen, die Abdeckung zu verbessern, falsch deponiertes Recyclinggut zu melden und die Kommunikation zwischen Sammlern und der Bevölkerung zu erleichtern.

1.1 Fragestellung

- Wie kann ein Routing-Algorithmus in einem GIS für Papier- und Kartonsammlungen eingesetzt werden, um effiziente Sammelrouten zu generieren und gleichzeitig die individuellen Bedürfnisse und Präferenzen der Sammler (z. B. CEVI, Pfadi, JUBLA, Sportvereine) zu berücksichtigen?
- Welche Möglichkeiten gibt es, Statusupdates und eine Fortschrittsanzeige in ein GIS für Papier- und Kartonsammlungen zu integrieren, um sowohl den Sammlern als auch den Organisatoren einen Überblick über den aktuellen Stand der Sammlung zu geben und Engpässe frühzeitig zu erkennen?
- Wie kann ein GIS die Dokumentation von Problemstellen erleichtern?

1.2 Ziel

Ziel ist die Entwicklung eines zentralen GIS, das wichtige Funktionen für die Papier- und Kartonsammlungen bereitstellt. Dazu gehört eine hochwertige Karte zur Orientierung und Navigation, die eine optimale Route berechnet, sodass alle Strassen fehlerfrei abgefahren werden können, ohne doppelte Wege zu verursachen.

Während der Sammlung soll die Position der Sammler automatisch aufgezeichnet werden, um erledigte Strassen zu erkennen oder diese allenfalls manuell als erledigt markieren zu können. Diese Informationen dienen der statistischen Auswertung und stehen auch anderen Nutzenden zur Verfügung. Zudem sollen Problemstellen dokumentiert und in einer Datenbank mit Zusatzinformationen und Fotos festgehalten werden.

2 Funktionalität und Aufbau

Die nachfolgenden Kapitel beschreiben wie die Architektur, die Datenbank, das Konzeptionelle Datenmodell, das Logische Datenmodell, das Physische Denkmodell sowie das Mockup/GUI Aufbau der geplanten Anwendung aussehen werden. Zudem ist ein Flussdiagramm der Funktionalitäten ersichtlich.

2.1 Architekturaufbau

Die Abbildung 2 zeigt den Architekturaufbau der geplanten Anwendung. Darin sind die Vier Bereiche (Frontend, Backend, API-Dienste und der Geoserver) mit entsprechenden Software-Icons ersichtlich.

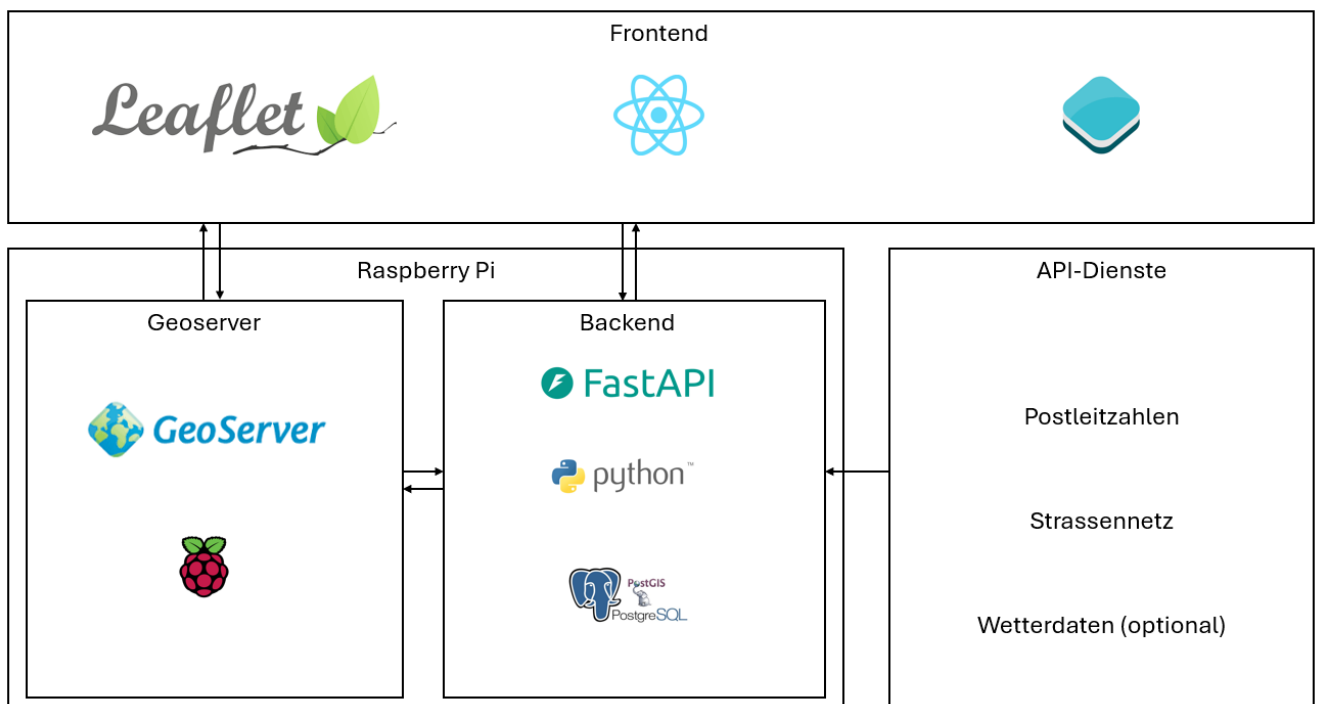


Abbildung 2 Architekturaufbau mit den Unterteilungen der verschiedenen Bereichen

Das Frontend der Anwendung funktioniert mit einem JavaScript basierten Aufbau mittels React. Zusätzlich werden andere Bibliotheken wie Leaflet und Open Layers verwendet um alle Funktionalitäten im Frontend zu gewährleisten. Das Frontend interagiert mittels Fast API mit dem Backend dabei kann auf den Geoserver oder auf eine PostGIS Datenbank zugegriffen werden. Die Daten auf dem Geoserver und in der PostGIS Datenbank werden mit einem Python Skript und den vorhandenen API-Diensten abgefragt und abgespeichert. Diese werden jeweils periodisch neu abgefragt, um die Aktualität zu garantieren.

2.2 Datenmodell und Datenbank

Der Aufbau der Datenbank wird über verschiedene Modell beschrieben. Das Logische und das physische Datenmodell werden in den untenstehenden Abschnitten genauer erläutert.

Logisches Datenmodell (Datenbankmodell)

Die Abbildung 3 zeigt das Logische Datenmodell für die geplante Anwendung. Darin ersichtlich sind verschiedene Tabellen mit jeweiligen Feldern und Datentypen. Das gesamte Modell ist im Anhang_A ersichtlich.

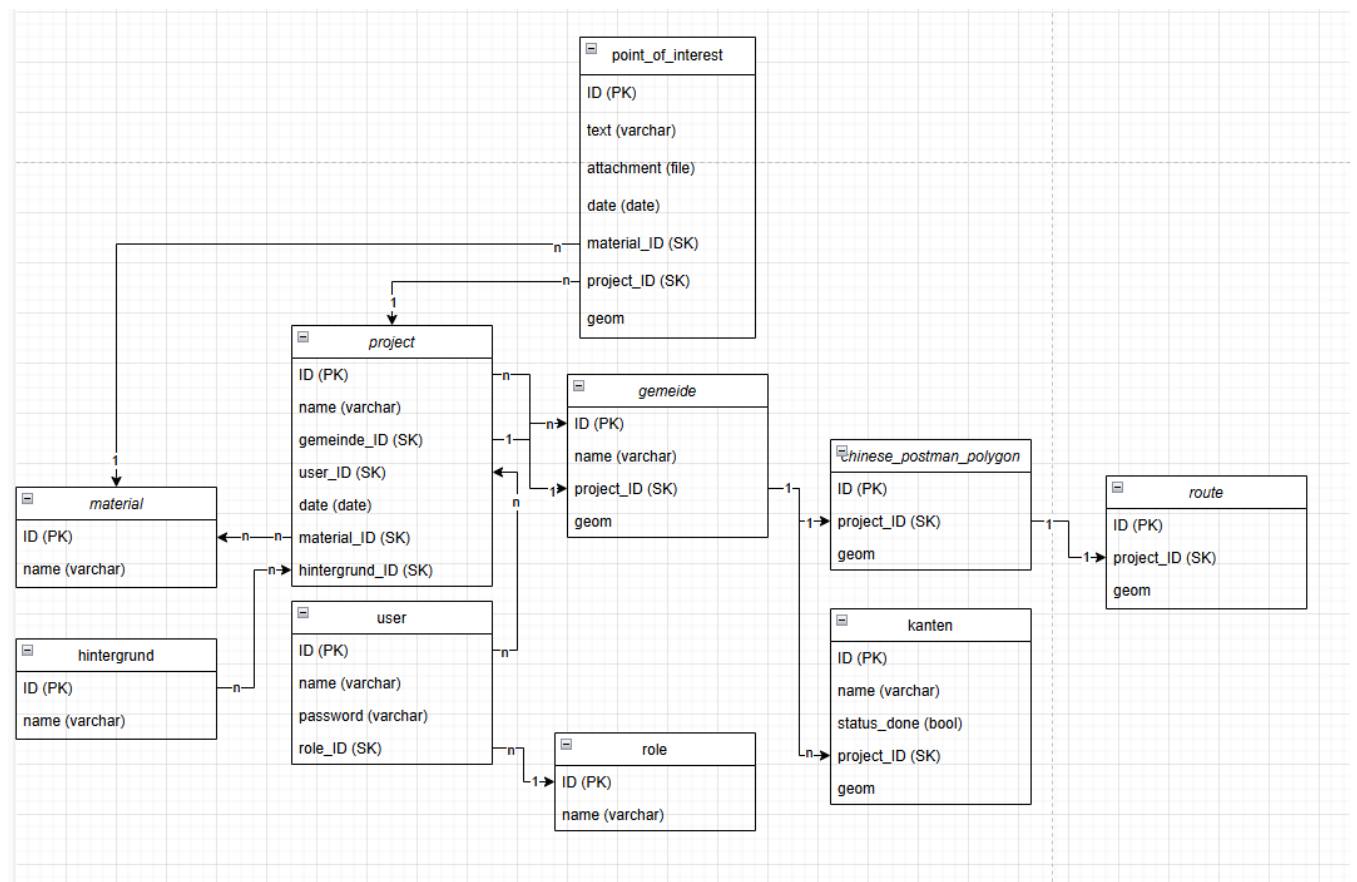


Abbildung 3 Logisches Datenmodell als UML mit verschiedenen Relationen und Datentypen

Physisches Datenmodell (Datenbankschema)

Die Realisierung des physischen Datenmodells ist für eine spätere Projektphase vorgesehen. In diesem Schritt erfolgt die konkrete Umsetzung der zuvor erarbeiteten konzeptionellen und logischen Datenstrukturen in einem spezifischen Datenbankmanagementsystem. Aufgrund der räumlichen Daten wird die Datenbank mittels PostgreSQL in Kombination mit der PostGIS-Erweiterung umgesetzt. Als Datenbeschreibungssprache wird SQL benutzt.

2.3 Mockup und GUI-Aufbau

Auf der Startseite sind die Karte und die einzelnen Funktionsbuttons bereits von Beginn weg ersichtlich (Siehe Abbildung 6). Der obere Balken beinhaltet das Logo unserer Applikation sowie den Namen des aktiven Projekts. Dieser wird immer dargestellt, egal welche Funktion geöffnet wird. Der untere Balken enthält ein Suchfeld, bei dem nach Gemeinden und Adressen gesucht werden kann, welche dann zentriert in der Karte dargestellt werden. Neben befindet sich der Login Button. Der Untere Balken wird je nach geöffneter Funktion ausgegraut, damit der User diesen nicht benutzen kann. Von den Funktionsbuttons am Rand sind zu Beginn alle ausser der Projekt-Manager und der Statistik Button freigeschalten. Diese beiden Buttons werden erst nach dem Login freigeschalten.



Abbildung 4

Mit dem «Nordpfeil»-Button (Abbildung 4), kann bei klicken, die Karte nach Norden ausgerichtet werden. Falls die Karte bereits nach Norden ausgerichtet ist, wird die Karte anschliessend nach der Orientierung des Smartphones ausgerichtet.



Abbildung 5

Mit dem «GNSS»-Button (Abbildung 5), kann bei klicken, das GNSS aktiviert werden, falls dieses bereits aktiv ist und man erneut darauf klickt, zentriert sich die Karte über der aktuellen Position.

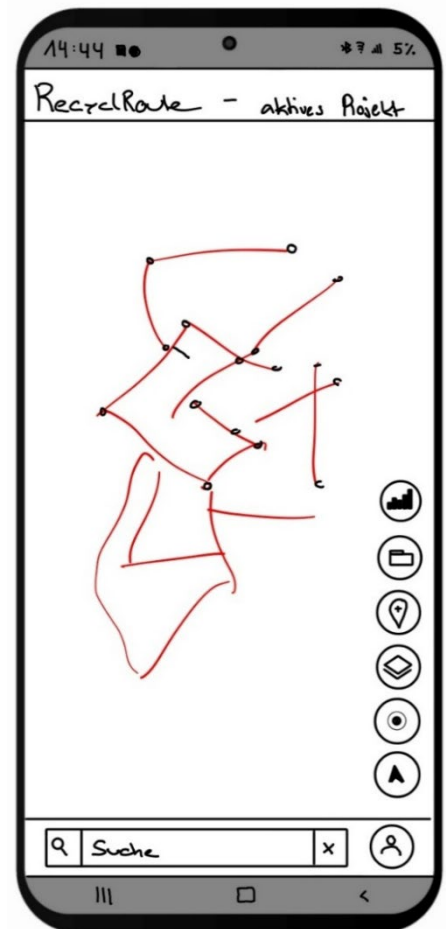


Abbildung 6: Startseite (User eingeloggt)



Abbildung 7: GUI – Neuer Punkt (POI) erstellen

Mit dem Button «Punkt erstellen», können neue Points of Interest (POI) hinzugefügt werden. Der User kann den Layer (Material) auswählen und eine Bemerkung sowie ein Foto dazu speichern. Das Zielkreuz befindet sich immer in der Mitte des Bildschirms und der User bewegt die Karte, so dass er einen Punkt absetzen kann. Mit «Klicken» bestätigt er die aktuelle Position. Mit Speichern, kann der Punkt anschliessend gespeichert werden. Wenn der User eingeloggt ist, wird er direkt in das aktive Projekt gespeichert. Wenn ein Gast einen Punkt speichert, muss er noch das Datum der Sammlung angeben (nicht in GUI dargestellt). So kann anschliessend mit dem Material, dem Standort und dem Datum, der Punkt dem richtigen Projekt zugeordnet werden (Siehe Abbildung 7)



Abbildung 8

In Abbildung 8 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist das Symbol das zum GUI des Layer-Managers führt ersichtlich, hier können die einzelnen Materialien (Layer) des aktiven Projekts ein- und ausgeschaltet werden, sofern der User eingeloggt ist. Ansonsten kann nur die Hintergrundkarte angepasst werden (Siehe Abbildung 11).



Abbildung 9

Mit dem Login-Button (Abbildung 9) öffnet sich ein Fenster, in dem man seinen Benutzer anmelden kann. Je nach Benutzer hat man unterschiedliche Berechtigungen. Wenn man bereits angemeldet ist und auf den Button klickt wird einem angezeigt, welcher Benutzer eingeloggt ist und welche Rolle dieser hat. Mit dem Button Abmelden, kann man sich wieder ausloggen (Siehe Abbildung 10).



Abbildung 11: Layer-Manager

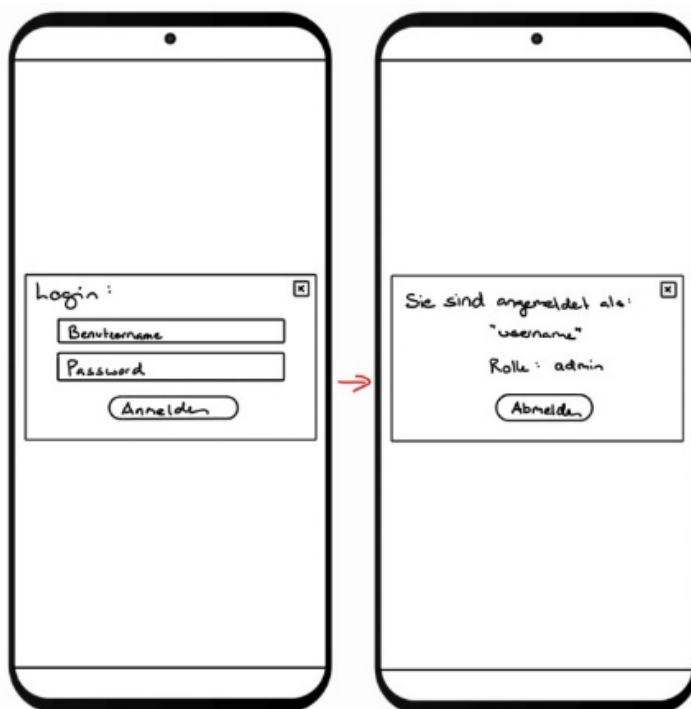


Abbildung 10: Login Fenster vor dem Login (links) und wenn bereits eingeloggt (rechts)

In Abbildung 12 ist der Projekt-Manager ersichtlich. Mit dem Dropdown Menü kann ein bestehendes Projekt ausgewählt werden oder ein neues Projekt erstellt werden. Wenn ein neues Projekt erstellt wird öffnet sich ein neues Fenster bei dem alle notwendigen Attribute eingegeben werden können. Wenn diese eingegeben und mit Erstellen bestätigt werden öffnet sich die Karte, wo anschliessend mit dem gleichen Prinzip wie beim Erfassen der POI ein Startpunkt für das Routing ausgewählt werden kann.

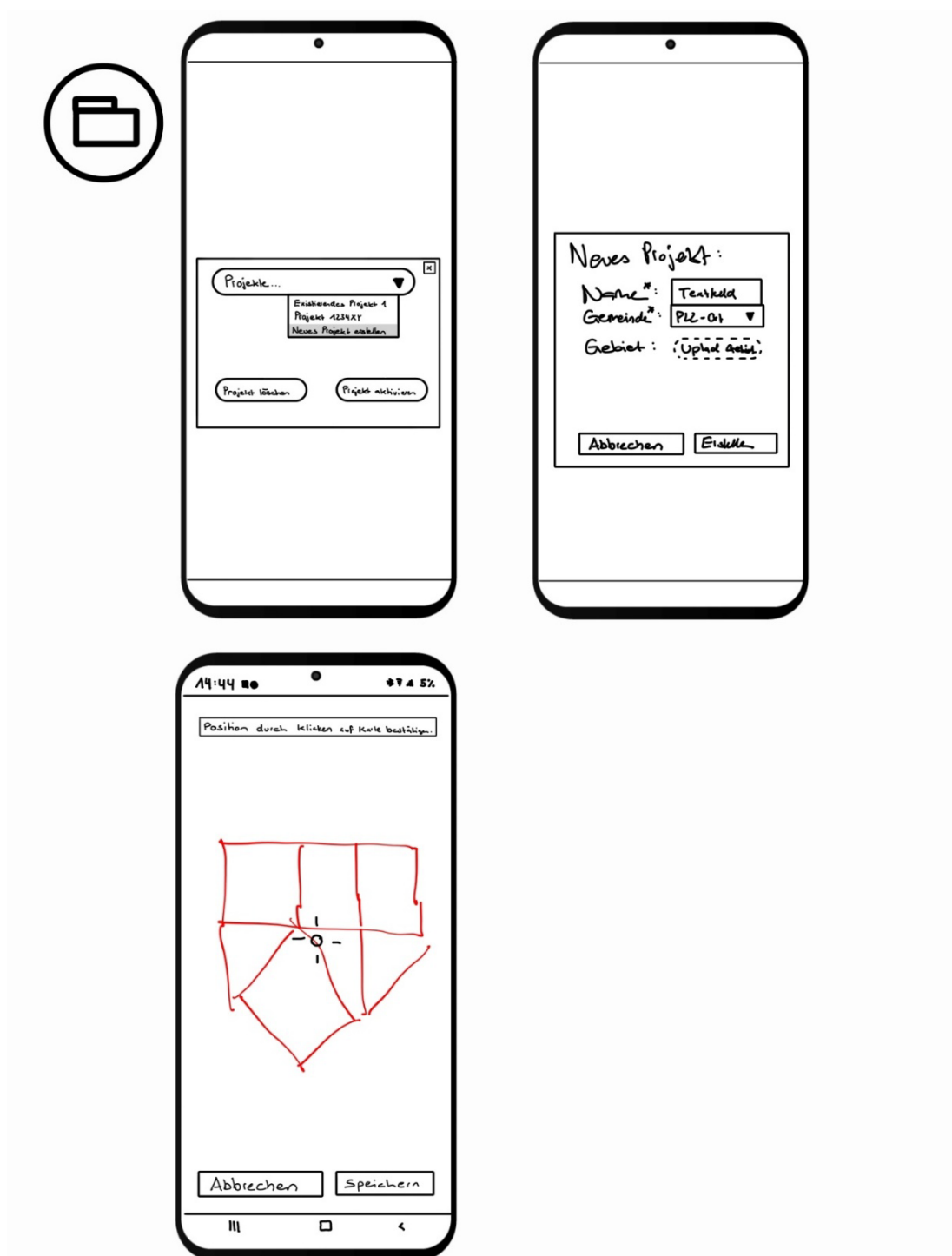


Abbildung 12: Projekt-Manager-Fenster (oben links), «Neues Projekt erstellen»-Fenster (oben rechts), Startpunkt des Routings absetzen (unten links)

2.4 Flussdiagramm

Im Flussdiagramm (Abbildung 13) ist der gesamte Ablauf der einzelnen Funktionen ersichtlich. Dieser ist in zwei Bereiche eingeteilt, in einen Bereich, welcher kein Login benötigt (rot) und in den Bereich der ein Login benötigt (grün). Das Flussdiagramm beschreibt die in Abschnitt 2.3 erwähnten Funktionen und GUI's. Die Funktionen ohne Login sind auch nutzbar und dargestellt, wenn das Login getätigt wurde. Damit das Flussdiagramm jedoch nicht zu komplex und überfüllt wird, werden diese Funktionen im Bereich mit Login nicht erneut aufgeführt. Das Flussdiagramm ist im Anhang_C ersichtlich.

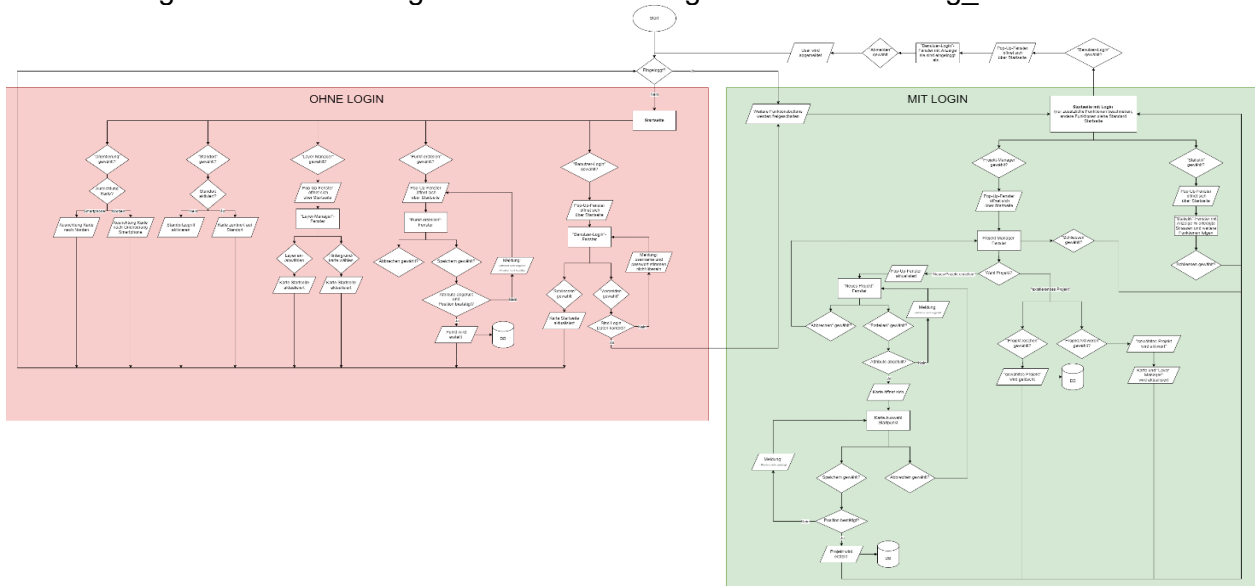


Abbildung 13: Flussdiagramm der Funktionalitäten der RecylGIS Web-App

3 User Persona

Die User Personas sollen fiktive, aber realitätsnahe Nutzer abbilden, welche die Applikation nutzen werden. Es sollen dazu verschiedene Nutzertypen und Interaktionen abgebildet werden.

3.1 Person 1

Name, Alter: Elias, 14 Jahre

Beruf: Schüler, Mitglied in der Jungschar

Interessen:

Elias engagiert sich aktiv in der Jungschar und hilft gerne bei sozialen Aktionen wie der Papiersammlung mit. Er schätzt es, Verantwortung zu übernehmen und gemeinsam mit seinem Team einen Beitrag für die Umwelt zu leisten.

Beschrieb der Nutzung:

Elias nutzt die Applikation während der Papiersammlung, um erledigte Strassen als „abgeschlossen“ zu markieren. Falls er falsch entsorgtes Material oder Problemstellen wie überfüllte Container entdeckt, dokumentiert er diese in der App, damit sie später gemeldet und behoben werden können.

Inkorrekte Interaktionen:

Hat Schwierigkeiten, den Bereich zum Dokumentieren von Problemstellen zu finden.
Versteht nicht sofort, ob eine Strasse bereits als erledigt markiert wurde oder nicht.

3.2 Person 2

Name, Alter: Sarah, 24 Jahre

Beruf: Studentin, Organisatorin der Papiersammlung

Interessen:

Sarah ist sehr organisiert und liebt es, Abläufe effizient zu gestalten. Sie studiert Umweltwissenschaften und interessiert sich für nachhaltige Projekte. Die Organisation der Papiersammlung ist ihr wichtig, weil sie damit einen positiven Beitrag zur Recyclingkultur leisten kann.

Beschrieb der Nutzung:

Sarah verwendet die App, um die Sammelrouten im Voraus zu planen und den Überblick über den Fortschritt der Sammlung zu behalten. Sie prüft regelmässig, welche Strassen bereits erledigt sind und wo noch Papier abgeholt werden muss. Ausserdem nutzt sie die App, um Probleme oder Verzögerungen schnell zu erkennen und gegebenenfalls Helfer umzuverteilen.

Inkorrekte Interaktionen:

Kann nicht auf einen Blick erkennen, welche Teams in welchen Strassen aktiv sind.
Möchte eine Route anpassen, findet aber die Bearbeitungsfunktion nicht.

3.3 Person 3

Name, Alter: Markus, 46 Jahre

Beruf: Sozialarbeiter

Interessen:

Markus legt grossen Wert auf eine saubere Umgebung und beteiligt sich aktiv daran, sein Quartier ordentlich zu halten. Er nutzt digitale Anwendungen, um lokale Anliegen zu melden, ist aber kein täglicher Techniknutzer.

Beschrieb der Nutzung:

Markus nutzt die App gelegentlich, um Problemstellen wie nicht abgeholtes Altpapier oder unsachgemässe Entsorgungen zu melden. Auch kann er beim Verein, der das Papier sammelt, melden wenn er mal grössere Mengen bei sich abzuholen hat.

Inkorrekte Interaktionen:

Ist unsicher, wie er eine Meldung korrekt absendet.
Weiss nicht, ob seine Meldung erfolgreich übermittelt wurde.

4 Datensätze (Metadaten und Dokumentation z.B. von API)

Benötigte Daten werden untenstehend aufgelistet. Die Liste ist nach aktuellem Planungsstand und kann noch Veränderungen aufweisen.

4.1 SwissBoundary

Gemeindegrenzen: Für die Gemeindeflächen sowie Postleitzahlen werden die SwissBoundaries als .gpkg auf der Datendank gespeichert und weiterverwendet. Eine Liveinteraktion mittel API ist nicht nötig, da diese Grenzen relativ statisch sind.

<https://www.swisstopo.admin.ch/de/landschaftsmodell-swissboundaries3d>

4.2 GitHub Valhalla ChinesePostman Problem

Routing Problem: Das Problem des Routings soll mittels der Lösung der Firma camptocamp welches den Code unter <https://github.com/valhalla/valhalla/pull/3428> abgelegt hat verwendet werden. Die Firma hat ein Routing auf Grundlage der 3 Algorithmen Floyd-Warshall, Hungarian Method und Hierholzer Methode erstellt, welches das Problem für die Firma Armasuisse versuchte anzugehen. Gemäss Dokumentation sollte auch eine Integration der Swisstopodaten anstatt OSM möglich sein.

4.3 OSM API

OpenStreetMap: Von den OpenstreetMap Daten beziehen wir die Strassenachsen für die Berechnung der Routen. Die OSM-Daten stehen zur Freien Nutzung und ohne Einschränkungen zur Verfügung.

https://wiki.openstreetmap.org/wiki/API#Terms_of_use

4.4 Amtliches Strassenverzeichnis API (Swisstopo) [optional]

Strassenverzeichnis: Anstatt OSM Daten könnte man zu einem späteren Zeitpunkt versuchen die Strassenachsen aus dem amtlichen Strassenverzeichnis zu exportieren. Und via API einbinden:

<https://data.geo.admin.ch/browser/index.html#/collections/ch.swisstopo.amtliches-strassenverzeichnis?.language=en>

4.5 Meteo API [optional]

Meteo: Die Wetter Daten werden über <https://www.meteomatics.com/de/free-wetter-api/> bezogen wobei 500 Abfragen am Tag kostenfrei sind. Diese Daten werden für eine Optionale Analyse benötigt um bei schlecht Wetter das Gewicht der voraussichtlichen Papiersammelmenge und somit die Route anzupassen.

5 Organisation

In den folgenden Abschnitten wird die Organisation des Projektes beschrieben. Das Projekt wird agile geführt.

5.1 Dateiablage

Für die Dauer des Projekts werden alle Daten sowie die Kommunikation in einem Arbeitsraum in MS Teams geführt. Dieser wurde extra für diesen Zweck erstellt.

GitHub Repository

Hier wird der Plattformcode abgelegt und verwaltet.

<https://github.com/RecyclRoute/RecyclRoute>

Kommunikation

Die Kommunikation erfolgt über MS Teams und Whatsapp, wobei im Whatsapp vor allem schnelle Infos und Updates informiert werden und in MS Teams über langfristige. Ebenso erfolgten falls benötigt digitale Sitzungen über MS Teams.

To Do

Die ToDo's werden in einem an Scrum angelehnten Board in MS Teams geführt, damit eine klare Übersicht vorhanden ist.

5.2 Zeitplan

Es wurde ein Zeitplan erstellt, welcher nach und nach ergänzt wird. Dieser dient als Ergänzung zum Task Board in MS Teams.

5.3 Rapport

Der Arbeitsaufwand wird laufend erfasst damit am Ende vom Projekt eine Analyse zwischen dem geplanten und effektiven Zeitaufwand gemacht werden kann. Dafür wird in einer Excel Tabelle jeweils der Aufwand erfasst und es wird automatisch eine Statistik mit den Aufwandssummen pro Person oder pro Tätigkeit erstellt.

Datum	Tätigkeit	Dauer	Bemerkung

Abbildung 14: Zeiterfassung

Projektmitglied	Stundenaufwand
Gian Luca	0
Micha	0
Patrick	0
Total	0

Tätigkeit	Stundenaufwand
Frontend	0
Backend	0
Konzept	0
Dokumentation	0
Administrativ	0

Abbildung 15: Statistik

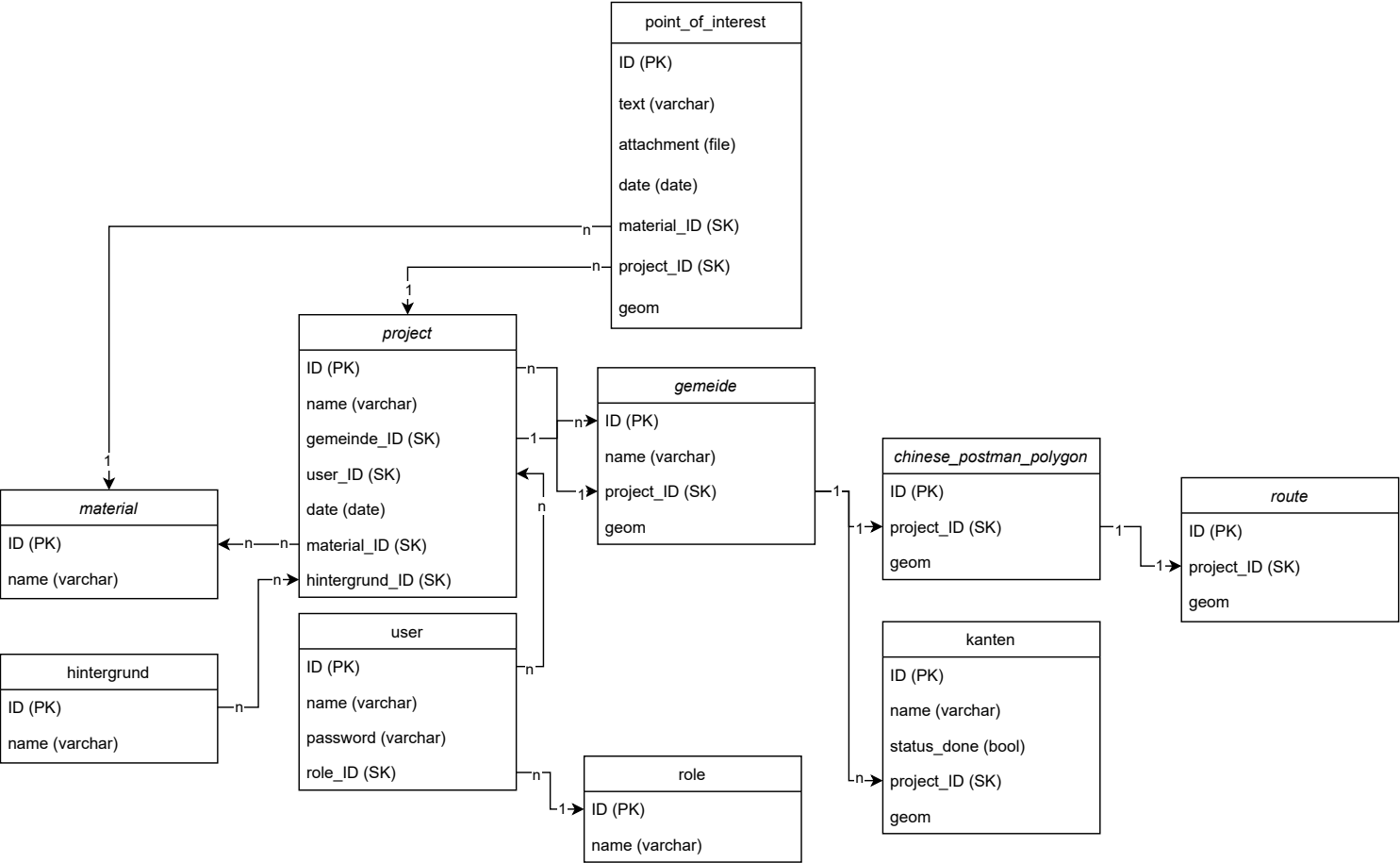
6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Hintergrundkarte OpenStreetMap mit Recycling Logo (Adobe Stock).....	1
Abbildung 2 Architekturaufbau mit den Unterteilungen der verschiedenen Bereichen	4
Abbildung 3 Logisches Datenmodell als UML mit verschiedenen Relationen und Datentypen	5
Abbildung 4	6
Abbildung 5	6
Abbildung 6: Startseite (User eingeloggt)	6
Abbildung 7: GUI – Neuer Punkt (POI) erstellen	6
Abbildung 8	7
Abbildung 9	7
Abbildung 10: Login Fenster vor dem Login (links)und wenn bereits eingeloggt (rechts).....	7
Abbildung 11: Layer-Manager	7
Abbildung 12: Projekt-Manager-Fenster (oben links), «Neues Projekt erstellen»-Fenster (oben rechts), Startpunkt des Routings absetzen (unten links)	8
Abbildung 13: Flussdiagramm der Funktionalitäten der RecylGIS Web-App	9
Abbildung 14: Zeiterfassung.....	12
Abbildung 15: Statistik.....	12

7 Anhang

- A_UML_Diagramm
- B_Mockup
- C_Flussdiagramm

Anhang_A



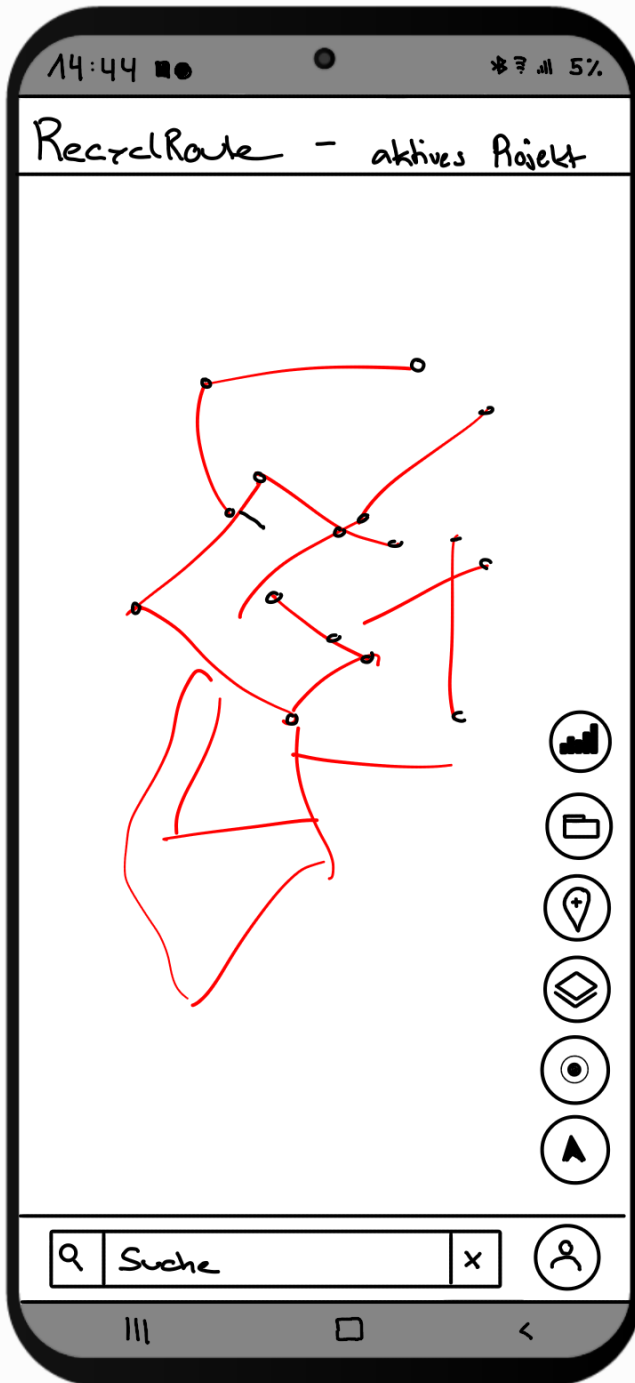
Papiersammlung GLS:

Startseite

mögliche Erweiterungen:

- Übersicht Projekte in Karte
- mehrere Gemeinden auswählen
- Routing neu Rechnen / Startpkt ändern
- Eastveggs
- Suchvorschläge
- Sammlungen in Projekten

ohne Login



Analysen:

- % erledigte Strassen
- Heatmap mit Plottieren
- Bottleneck Analyse

Projekte-Manager

Neuer Punkt absetzen

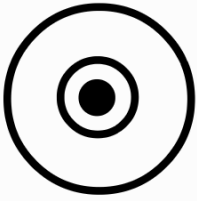
Layer auswählen

Zentrierung GLSS (Aktivierung GLSS)

Orientierung Karte

Benutzer Anmelden

Suche Gemeinde / St. etc.



Aktiviert Standortzugriff, wenn aktiviert und erneut geklickt →
zerhiert Karte auf Standort



Orientiert Karte nach Ausrichtung Smartphone oder nach Norden



Position durch Klicken auf Karte bestätigen

+

Neuer Punkt erstellen:

Layer... ▾

Bemerkungen

Upload Foto

Abbrechen Speichern



Layer-Manager:

Thema ▾

Karten ☐

Route ☐

Problemskizzen ☐

Hintergrund:

SWISSIMAGE ▾



Login:

Benutzername

Password

Anmelden



Sie sind angemeldet als:

"username"

Rolle: admin

Abmelden



Hand-drawn mobile app interface for project management. It features a dropdown menu labeled "Projekte..." with a close button (X) in the top right corner. The dropdown list contains three items: "Existierendes Projekt 1", "Projekt 1234XY", and "Neues Projekt erstellen". Below the dropdown are two buttons: "Projekt löschen" and "Projekt aktivieren".

Hand-drawn mobile app interface for creating a new project. It is titled "Neues Projekt:". The form includes three input fields: "Name*" with the value "Testkudd", "Gemeinde*" with the value "PLZ-01" and a dropdown arrow, and "Gebiet:" with the value "(Uphol Gebiet)". At the bottom are two buttons: "Abbrechen" and "Erstellen". A red arrow points from the "Neues Projekt erstellen" option in the previous screen to this form.

Hand-drawn mobile app interface for map interaction. At the top, the status bar shows "14:44" and "5%". Below it is a text box that says "Position durch klicken auf Karte bestätigen...". The main area contains a hand-drawn red map with a grid and a central point marked with a circle and crosshairs. At the bottom are two buttons: "Abbrechen" and "Speichern". A red arrow points from the "Projekt löschen" button in the first screen to this screen.



Hand-drawn mobile app interface for statistics. It is titled "Statistik:". The text reads "10% der Statistiken erledigt." followed by "(weitere Analysen wenn genügend Zeit)".

Anhang_C

