



HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz

Projektarbeit 2, Master of Science in Engineering,
Major Software and Systems

Waldmeister - Outdoors

HSR Hochschule für Technik Rapperswil

Fall 2017

Author: Daniel Schmider

Supervisor: Prof. Stefan Keller

Kapitel 1

Abstract

Keywords:

Inhaltsverzeichnis

1 Abstract	1
2 Management summary	4
2.1 Ausgangslage	4
2.2 Ziel der Arbeit	4
2.3 Ergebnisse	5
2.4 Ausblick	5
3 Motivation und Ausgangslage	6
3.1 Ein mobiles App für Feldforschung im Wald	6
3.2 Use Cases	7
3.2.1 Zugriff auf Vegetationskundliche Karten	7
3.2.2 Bearbeitung der Vegetationskundlichen Karten	7
3.2.3 Unterstützung während der Untersuchung	7
3.2.4 Automatische Bestimmung einer Waldfläche	8
3.3 Mobile Limits	8
4 Technologies	9
4.1 Progressive Webapp	9
4.2 ESRI / ArcGIS online	9
4.3 Vue.JS	10
4.3.1 Vue-Router	10
4.3.2 VueX	10
4.3.3 Vuetify	11
4.4 Axios	12
4.5 Django	12
4.5.1 Django Rest Framework	12
4.6 PostgreSQL	12
4.6.1 PostGIS	13
4.7 Leaflet	13
4.7.1 TileLayer	13

4.7.2	Leaflet editable	13
5	Implementation	14
5.1	Mockup	14
5.2	UMLs	14
5.2.1	Use Case - Diagramm	14
5.2.2	Klassendiagramm, Datenbankdiagramm	15
5.2.3	Sequenzdiagramm	15
6	Results	29
6.1	Discussion / Screenshots	29
7	Links	31
8	API Documentation	32

Kapitel 2

Management summary

2.1 Ausgangslage

Je nach Untergrund, Bodeneigenschaften, Gelnde sowie Klima gedeihen unterschiedliche Typen von Wldern. Diese Typen werden Waldstandorte genannt. Aktuell werden Karten, die im Auftrag des Kantons von Experten angefertigt wurden, nur in grossen Intervallen revidiert oder sind nicht ffentlich zugnglich. Einer der Grnde dafr sind u.a. die hohen Kosten, die eine Analyse im Feld mit sich bringt. Zudem ist die Erfassung und Nachfhrung geprgt von analogen Vorgngen, da die vorhandenen technischen Gerte und Programme fr den Einsatz im Feld ungeeignet sind. Daher muss von Hand Niedergeschriebenes im Bro digitalisiert werden, bevor es an den Arbeitgeber geschickt werden und spter auf kantonal isolierten Plattformen publiziert werden kann.

2.2 Ziel der Arbeit

Die Erfassung und Publikation von Waldstandorten sollte vereinfacht und beschleunigt werden. Dabei sollen digitale Technologien eingesetzt werden wie Smartphone, GPS und Internet. Diese neuen Instrumente sollen entsprechend geschulten Nutzern die Erfassung von Waldstandorten sowie ffentliche und private Informationen in Form von Flchen und Punkten ermgllichen. Auf einer Karte wird mittels GPS die eigene Position ermittelt. Umliegende, bereits erfassste Waldstandorte, ffentliche Flchen anderer User und die eigenen privaten Flchen werden angezeigt. Diese Flchen knnen ebenfalls Wandstandorte beschreiben oder zusätzliche Informationen ber den Standort beinhalten, z.B. eine speziell gekennzeichnete Beobachtungsflche.

2.3 Ergebnisse

Nach einer Evaluation eines Prototyps, erstellt mithilfe eines kommerziellen Produkts (vgl. Abbildung 2), und der Erstellung von Mockups, wurde ein eigenes Webapp aldmeister Outdoorsls Prototyp realisiert. Durch die Webapplikation kann die Arbeit der Experten erleichtert werden. Da die Waldstandort-Karte gleichzeitig im Web synchronisiert ist, wird darüber hinaus der Informationsaustausch unter allen Beteiligten erleichtert.

2.4 Ausblick

Grosse Teile der Schweiz sind noch nie kartiert worden, und viele Waldstandorte könnten sich unter dem Einfluss der Klimaerwärmung verändern. Die kontinuierliche Beobachtung solcher Standorte ist Forschungsgegenstand und die Arbeit im Feld ist unerlässlich. "Waldmeister Outdoors" kann im Berufsalltag sowie bei der Kommunikation mit Institutionen den Arbeitsfluss beschleunigen. Weitere Features wie die

Kapitel 3

Motivation und Ausgangslage

3.1 Ein mobiles App für Feldforschung im Wald

Aufbauend auf der existierenden "Waldmeister" App, welches von Studenten und Professoren als Nachschlagewerk für Waldstandortbestimmungen in der Praxis verwendet wird, existieren viele, teils digitalisierten Karten, welche den Stand der Forschung in sogenannten Vegetationskundlichen Karten beschreiben. Waldstandortbestimmung ist ein sich ständig im Wechsel befindendes Thema und auch in der Schweiz können sich Standorte oder deren Befund über Jahre ändern. Vegetationskundliche Karten, welche von Experten im Auftrag des Kantons angefertigt werden, befinden sich in statischen oder ungewarteten Zuständen in Archiven des Kantons, oder werden in grossen Intervallen (5-10 Jahre) revidiert. Teilweise sind diese Daten daher gar nicht, oder nur oder in sehr veralteten Zustand zugänglich. Dies liegt hauptsächlich am grossen Kostenaufwand welche eine Analyse im Feld durch Experten mit sich bringt. Der Datenfluss ist geprägt von analogen Vorgängen, vor allem da viele technische Geräte nicht für den Einsatz im Feld geeignet sind und kantonale Organisationen als Mittelsmänner etabliert sind, welche die Daten von Experten archivieren und ggf. in digitaler Form veröffentlichen. "Waldmeister - Outdoors" zielt darauf hin den Arbeitszyklus der Analyse und Publikation von Waldstandorten zu vereinfachen und zu beschleunigen. Dies soll erreicht werden durch neue technische Möglichkeiten und Medien wie dem Smartphone, GPS und Mobiles Internet. Das Instrument "Waldmeister - Outdoors" soll dazu verwendet werden die Erfassung von Geoinformationsdaten bezüglich der Waldstandortbestimmung zu standardisieren und deren übermittlung an die zuständige Behörde, Forschern und anderen Experten zu beschleunigen. Anstelle eines Jahrrelangen Projekts, einen bestimmten Standort in Waldstandorte zu kategorisieren, soll ein System entwickelt werden, welches eine inkrementelle digitale Erfassung und Publikation ermöglicht, den Arbeitsaufwand der Experten erleichtert und den

Informationsaustausch, - und Abgleich beschleunigt.

3.2 Use Cases

3.2.1 Zugriff auf Vegetationskundliche Karten

Während der Feldforschung kann es sehr hilfreich sein auf bereits kategorisierte Waldflächen Zugriff zu haben um sich am Standort zu orientieren. Dieses Material ist oft in einem Kantonalen Portal z.B. <https://maps.zh.ch> erhältlich, sind jedoch nur selten kompatibel mit mobilen Geräten, interagieren nicht mit dem GPS des Smartphones oder die Webseiten sind schwer zu navigieren. "Waldmeister-Outdoors" soll einem gezielten Zweck dienen und nicht mit Kartenmaterial überladen werden um den Zugriff auf die Vegetationskundliche Karten zu vereinfachen und die Navigation zu beschleunigen.

3.2.2 Bearbeitung der Vegetationskundlichen Karten

Kantonale Vegetationskundliche Karten sind statisch (d.h. Read-Only) und können von Usern nicht bearbeitet oder erweitert werden. Dies führt dazu dass Kartenmaterial in veraltetem Zustand vorliegt und Fehler oder Veränderungen nur mit grossem Aufwand upgedatet werden können. Nicht nur führt dies zu Problemen bei der Kommunikation mit anderen Experten, Forschern und Studenten, es behindert auch den Arbeitsfluss der Person, welche sich im Feld befindet, da andere Mittel zur temporären Festhaltung der Ergebnisse verwendet werden müssen, um an einem späteren Zeitpunkt wieder darauf zugreifen zu können (z.B. eine halbjährliche Untersuchung eines Standorts, ohne die Zwischenergebnisse zu publizieren). Dies geschieht oft analog, auf Papier im Feld und kann zu einem späteren Zeitpunkt zum persönlichen Gebrauch digitalisiert werden, was zu einem erhöhten Arbeitsaufwand führt. Durch die Verwendung von "Waldmeister - Outdoors" kann das gleiche Werkzeug benutzt werden um eine Fläche während der Untersuchung sowohl im Feld als auch im Büro zu beschreiben, sowie die finalen Befunde am Ende der Untersuchung zu publizieren und zu Teilen.

3.2.3 Unterstützung während der Untersuchung

Feldforschung hat oft mit der Orientierung und der Manövrierung des Standorts an sich zu tun und auch hier kann "Waldmeister - Outdoors" den Arbeitsaufwand simplifizieren und reduzieren. Durch die direkte digitale Erfassung von beliebigen Notizen bezüglich dem Standort müssen diese nicht mehr analog erfasst werden

und können direkt der Position in der realen Welt zugeordnet werden. Ist Beispielsweise ein Gebiet schwer Befahrbar oder zugänglich kann dies direkt auf der digitalen Karte erfasst und für persönliche Zwecke gespeichert werden, können aber ebenfalls publiziert werden falls sie für Andere von Interesse sind. Es kann sich hierbei auch um Pfade oder einzelne Standorte von Indikatoren handeln, bzw. eine genaue Lage der Observationsfläche welche untersucht werden soll.

3.2.4 Automatische Bestimmung einer Waldfläche

Durch den Zugriff auf eine Datenbank, in welcher jede Waldstandort einem Typ zugeordnet ist, kann mithilfe des Mobilen Geräts der Typ des Waldstandorts in welcher sich ein User gerade befindet automatisch bestimmt werden. Dies kann mithilfe des GPS Sensors des Mobilen Geräts und einer Datenbankabfrage zu jedem Zeitpunkt geschehen.

3.3 Mobile Limits

In vielen Fällen ist eine Standortbestimmung durch GPS im Wald sehr ungenau und die Internetverbindung kann instabil sein. Im Idealfall überträgt das Werkzeug so wenig Daten wie möglich, speichert diese auf dem Gerät und wartet auf eine stabile Verbindung um Daten auf den Server zu übertragen.

Kartenmaterial sollte wenn möglich permanent auf das Mobile Gerät geladen werden können, damit Datenvolumen bei der Verwendung im Feld nicht strapaziert werden.

Kapitel 4

Technologies

4.1 Progressive Webapp

Um das Werkzeug "Waldmeister - Outdoors" nicht auf eine Platform von Mobilien Geräten zu beschränken, setzt es auf die Prinzipien der Progressive Webapps (PWA). Es beschreibt eine Webseite welche viele Merkmale besitzt, welche bisher den nativen Apps vorbehalten waren. Eine PWA ist gewissermassen eine responsive Website, welche auch offline verwendet werden kann und schliesst dadurch eine zusätzliche Entwicklung einer nativen App, parallel zur Webseite überflüssig. Eine PWA erreicht diese offline Fähigkeiten durch den Einsatz von Service Workern; ein JavaScript welches von Web-Browsern im Hintergrund ausgeführt wird. Einmal online aufgerufen, können die Inhalte beim nächsten Besuch der Seite auch dann angezeigt werden, wenn eine schlechte oder sogar gar keine Internetverbindung besteht (Offline-Betrieb). Auch die von nativen Apps bekannten Push-Benachrichtigungen sind mit Service Workern möglich. [?]

Grundlegende Charakteristiken der PWA sind Offline Funktionalität, Push Notifications, Add-To-Homescreen, jedoch ist keine Installation notwendig (beispielsweise über den Apple Appstore oder Google Playstore). Verbreitete Mobile Browser wie Firefox und Google Chrome haben bereits eine vollständige Unterstützung von PWAs, Safari sollte dies bis Ende Februar 2018 ebenfalls implementiert haben und kann daher auch auf iOS verwendet werden.

4.2 ESRI / ArcGIS online

Technologien von ESRI und insbesondere ArcGIS online wurden recherchiert um einen funktionierenden Prototypen mit offline-caching zu erstellen. Hintergrundkarten (in Form eines Tile-Layers) können auf dem Gerät zwischengespeichert werden, und die Erstellung und Synchronisation von editierbaren Vektorlayern

funktioniert auch beim offline Betrieb. Vektorlayer können Punkte, Pfade oder Flächen beschreiben und können offline erstellt werden und werden bei verfügbaren Internetverbindungen mit einem Server synchronisiert.

4.3 Vue.JS

Vue.JS ist ein JavaScript framework welches sich zum Erstellen von Single-Page Webapplikationen eignet. Es wurde im Jahr 2013 erstmals veröffentlicht und wurde am 19. Dezember 2017 auf die aktuellste Version 2.5.13 gepatcht. Vue.JS folgt einer Variation des Model-View-Controller Entwurfsmusters genannt dem Model - View - ViewModel Muster. Wie auch das MVC folgt MVVM dient es der Trennung von Darstellung und der Logik der Benutzerschnittstelle. Dies erlaubt dem nutzenden Entwickler, die Struktur der Anwendung nach eigenen Ansprüchen zu richten. Entwickler beschreiben es daher als "less opinionated" im Vergleich zu anderen populären JavaScript Webframeworks wie Angular.JS und React. Vue.JS kann von Entwicklern eingesetzt werden welche HTML und JavaScript beherrschen und erfordert keine weiteren Webtechnologien. Vue.JS setzt eine Webseite aus Instanzen und Komponenten, bzw Single File Components zusammen.

4.3.1 Vue-Router

Der Vue-Router ist das Herzstück einer Single-Page-Applikation (SPA). Der Vue-Router bestimmt unter welchen Routen welche Komponenten gerendert werden sollen. In der HTML Definition der Haupkomponente kann <router-view> als Platzhalter verwendet werden um die Komponenten anzuzeigen, welche abhängig von der momentanen Route an dieser Stelle angezeigt werden sollen. Ein Wechsel zwischen diesen Routen bewirkt kein Page-Restart, da dies von Vue.JS lediglich innerhalb derselben Seite Änderungen bewirkt und keine tatsächlichen URL Aufrufe ausführt.

4.3.2 VueX

VueX ist eine offizielle Erweiterung von Vue.JS und fungiert als Statusmanager. VueX arbeitet mit einem Store welcher die Zustände aller Komponenten in einer Vue Applikation über Regeln definiert. VueX besteht aus Actions, Mutations und States, und Aktionen können in dieser Reihenfolge eine Auswirkung auf die Vue Komponenten haben.

VueX hat Vorteile bei mittleren bis grossen Projekten welche auf dem Single-Page-Application Prinzip basieren. VueX bietet auch die Möglichkeit einen zentralen

Store in kleinere Module aufzuteilen, jedes mit ihrer eigenen State, Mutations, Actions Werten.

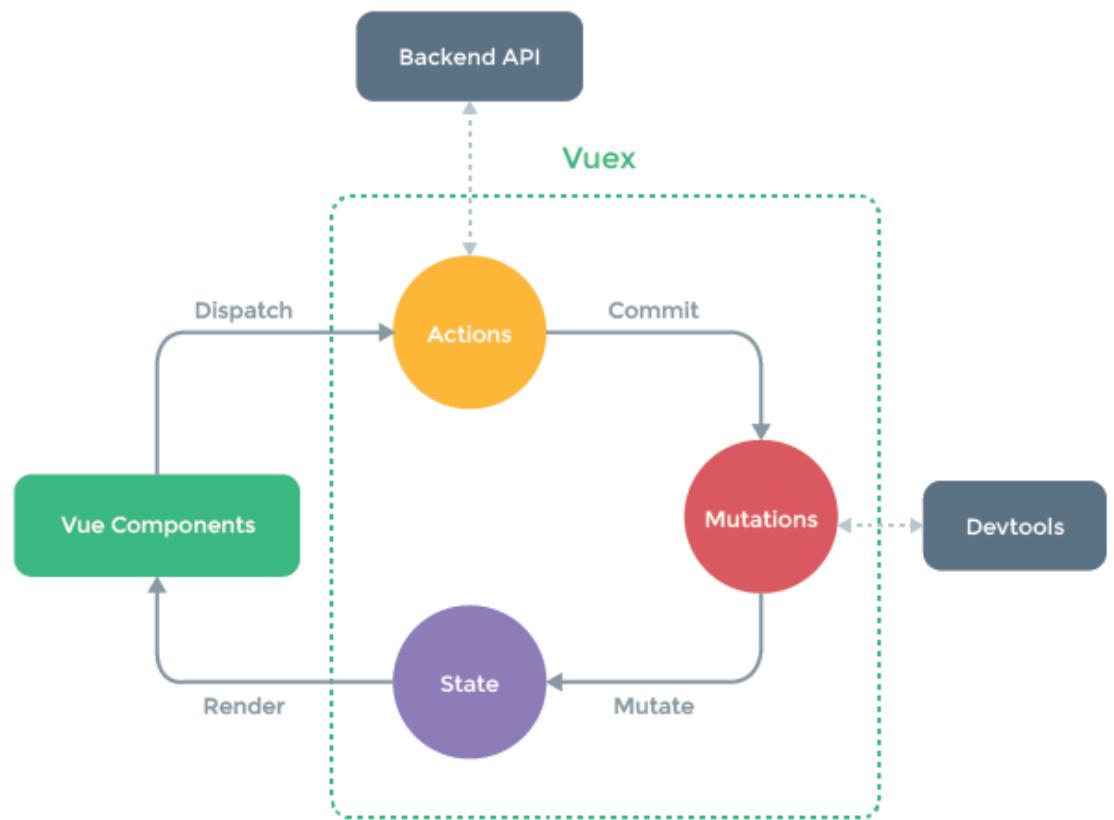


Abbildung 4.1: Vuex Action-Mutations-State Diagram

4.3.3 Vuetify

Vuetify ist eine Vue.JS UI Framework welches das Frontend aus vielen, Material-Design basierten UI Bausteinen zusammenbaut.

4.4 Axios

Axios ist eine JavaScript library welche Promise-Based HTTP Requests, welche "Waldmeister-Outdoors" dazu verwendet mit dem Server zu kommunizieren. Axios ermöglicht es asynchrone HTTP requests zu REST Endpunkten abzusetzen oder CRUD Operationen auszuführen. Axios kann in puren JavaScript Projekten verwendet werden oder auch in Projekten welche auf Vue.js basieren. Ein Promise-Objekt repräsentiert die in der Zukunft geschehende Komplettierung einer asynchronen Operation (oder deren Abbruch durch einen Fehler).

4.5 Django

Als Server zur Verwaltung der User und der Daten welche die User generieren und benötigen kommt Django zum Einsatz. Es ist ein Open-Source Webframework welches das Python Gegenstück zu Ruby-On-Rails darstellt. Im Kern folgt es dem Model-View-Controller Prinzip, obwohl es eigene Namensgebung für diese verwendet. Django verwendet eine PostgreSQL Datenbank um Daten persistent zu machen. Django wird ebenfalls dazu verwendet um User einen Account zu geben, damit nur sie Zugriff auf Ihre privaten Flächen haben, bevor sie vom User veröffentlicht werden.

4.5.1 Django Rest Framework

Da eine SPA hauptsächlich über API Schnittstellen mit dem Server kommuniziert, wird auf dem Server das Django Rest-Framework (DRF) eingesetzt. Es bietet ein sehr flexibles System zur Erstellung von RESTful Web-APIs. Das DRF bietet die Möglichkeiten GET, POST, PUT und DELETE auf eine Resource auszuführen. "Waldmeister-Outdoors" verwendet die REST Api beispielsweise um usergenerierte Flächen, Pfade oder Punkte in die Datenbank zu speichern oder diese zur Darstellung in der Map aus der Datenbank zu laden. Ebenfalls werden Benutzer welche sich Registrieren mit Username, Password und ggf. Emailadresse in der Datenbank eingetragen.

4.6 PostgreSQL

Postgres ist das Datenbank Management System welches mit Django zusammen die Daten persistent macht, welche die User per API in der PWA generieren. Hierzu wird das Django Packet Psycopg2 verwendet. Django kann durch Models ein

Datenbankschema beschreiben, welches von PostgreSQL generiert und in einer lokalen PostgreSQL Instanz gespeichert wird.

4.6.1 PostGIS

Um Geoinformationsdaten wie z.B. Polygone und Pfade korrekt zu speichern wird auf der Datenbank das Plugin PostGIS installiert. Dadurch kann Django die benötigten Datenbankmodelle erstellen und per REST Schnittstelle speichern.

4.7 Leaflet

Leaflet ist eine JavaScript Library welche es ermöglicht Map auf dem Client darzustellen. Es fokussiert sich auf Simplizität, Performanz und ist sehr schlank, was einer PWA sehr entgegen kommt. Die Library ist nur 38 KB gross und ermöglicht es viele Features welche bei der Darstellung einer Map benötigt wird zu verwenden.

4.7.1 TileLayer

Der TileLayer fungiert als Hintergrundkarte welche dynamisch geladen wird. Je nach benötigtem Kartenausschnitt werden die Tiles als .pngs geladen und auf der Karte dargestellt. Dies führt dazu dass je nach Grösse und Zoomstufe des Kartenausschnitts nur minimalen Datenaufwand betätigt wird. Als Hintergrundkarte werden die "terrain" Tiles von "stamen-tiles" verwendet.

4.7.2 Leaflet editable

Damit die User neue Polygone, Punkte und Pfade erfassen können benötigt Leaflet das Plugin "Leaflet editable", welches es ermöglicht neue Objekte direkt auf der Map zu zeichnen, oder bestehende Objekte zu editieren. Sobald ein Objekt abgeschlossen ist, wird es per REST Schnittstelle an die Datenbank übertragen. Der User hat die Möglichkeit die Objekt einen Namen als Label zuzuweisen, und es zwischen privat oder public zu wechseln. Jeder User hat nur Zugriff auf seine eigenen privaten Flächen, bzw. Pfade und Punkte, ausser er wählt es diese zu veröffentlichen, bzw "public" zu machen, damit sie alle User auf der Map sehen.

Kapitel 5

Implementation

5.1 Mockup

Die Mockups wurden vor der Implementation erstellt um das Screendesign und Layout klarer zu definieren bevor es um die technische Implementation von "Waldmeister - Outdoors" ging. In den Abbildungen 1 bis 9 kann man den Arbeitsschritt Einloggen und Erstellen einer neuen Fläche und eines Points of Interests (POI) sehen. Zusätzlich sieht der User seine eigene Location auf der Map eingetragen und hat über das Menu "My Places" Zugriff auf eine Liste seiner erstellten Flächen. Ein Kontextmenu gibt bei der Anzeige eines bestimmten Objekts zusätzliche Informationen über dieses.

5.2 UMLs

UML Diagramme geben Auskunft über die Architektur und innere Abläufe des Systems

5.2.1 Use Case - Diagramm

Das Diagram 5.10 zeigt auf welche Möglichkeiten ein User hat mit dem Werkzeug zu interagieren. Ein User welcher sich nicht registriert kann weder Flächen generieren oder editieren und kann keine privaten Flächen sehen. Er kann jedoch die Vegetationskundliche Karte und öffentliche Flächen aller anderen User sehen. Erst wenn er sich einloggt kann er seine eigenen privaten und öffentlichen Flächen editieren oder erstellen.

5.2.2 Klassendiagramm, Datenbankdiagramm

Das Diagramm 5.11 schildert die Relation und Ausbau der wichtigsten zwei Klassen des Systems.

5.2.3 Sequenzdiagramm

Die folgenden Sequenzdiagramme geben detaillierten Einblick in den Ablauf des Registrierung, - und Loginvorgangs sowie das Laden der Public und Private Areas und deren Darstellung im Client.

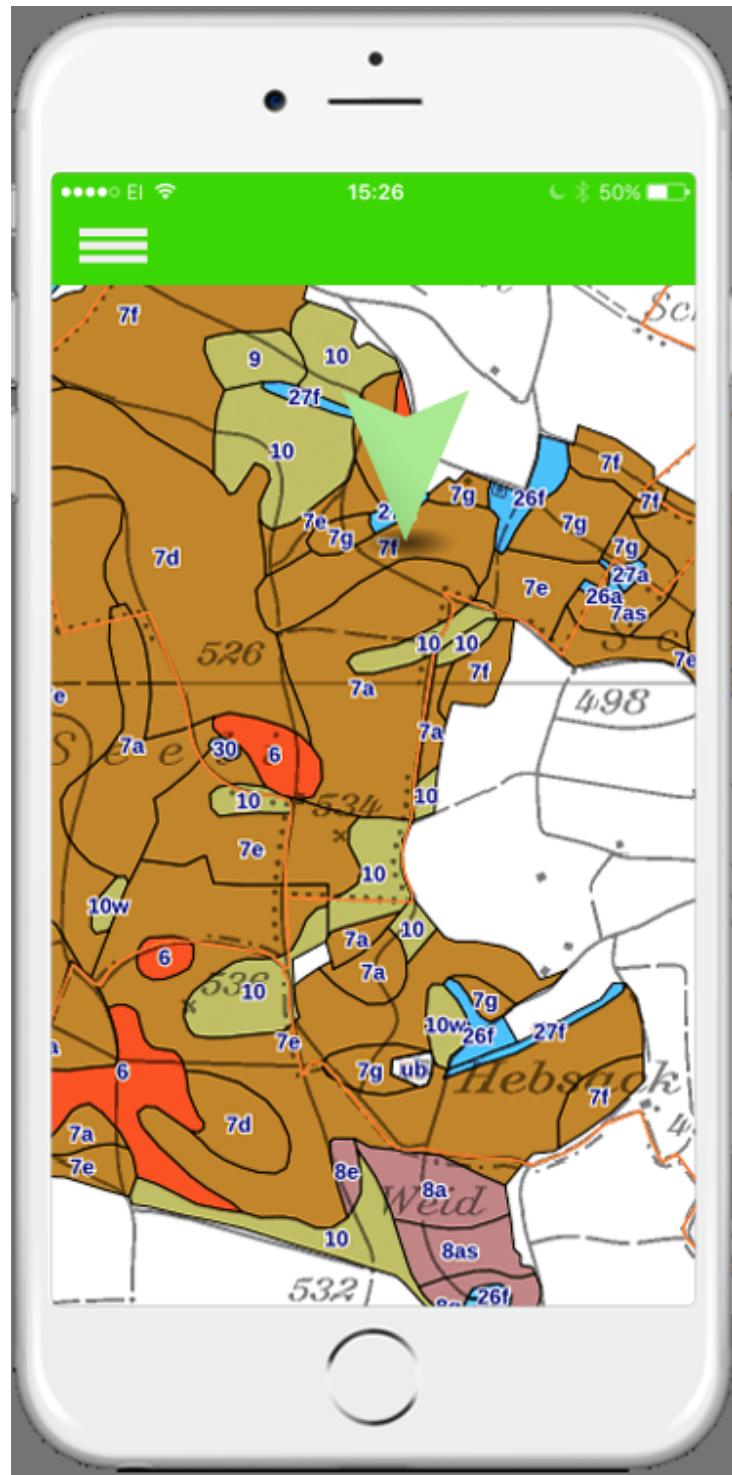


Abbildung 5.1: Mockup Screen 1

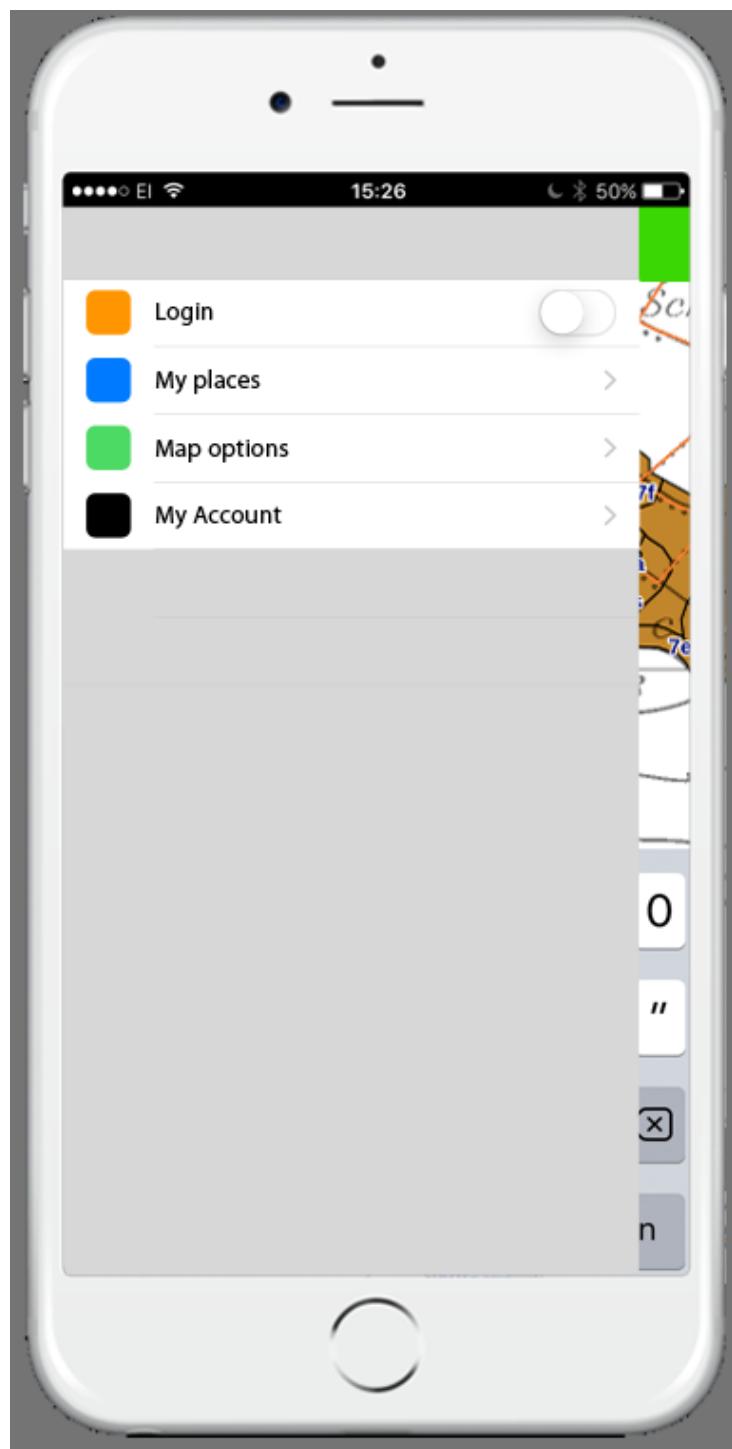


Abbildung 5.2: Mockup Screen 2

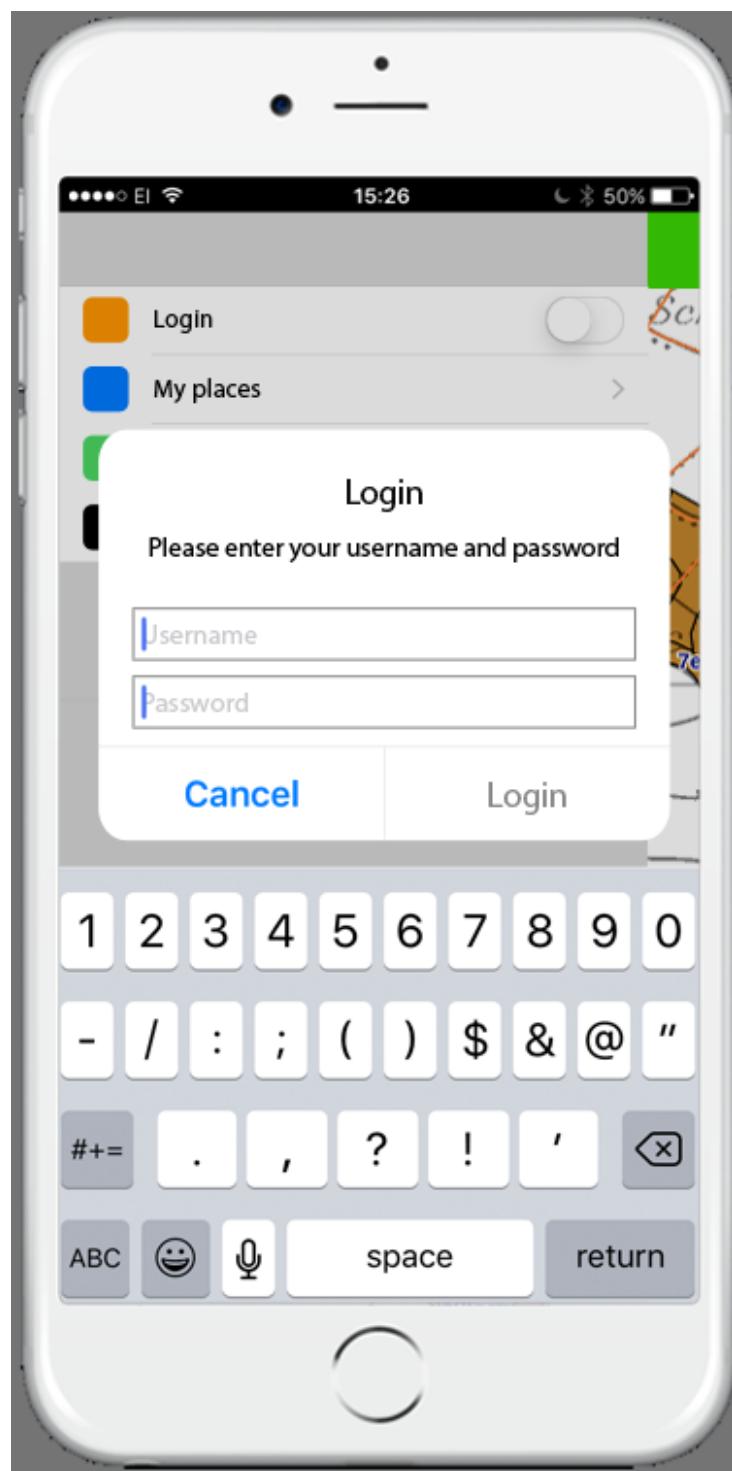


Abbildung 5.3: Mockup Screen 3

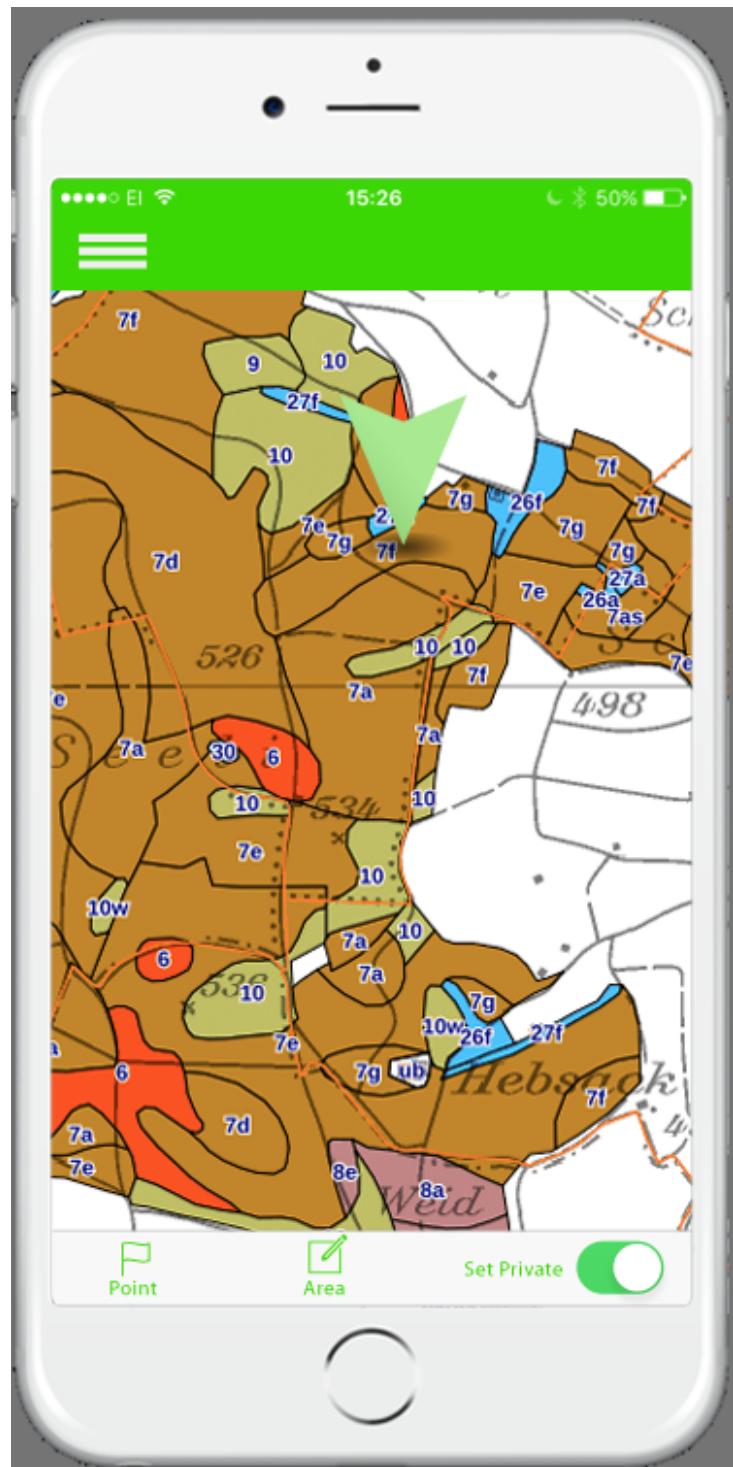


Abbildung 5.4: Mockup Screen 4

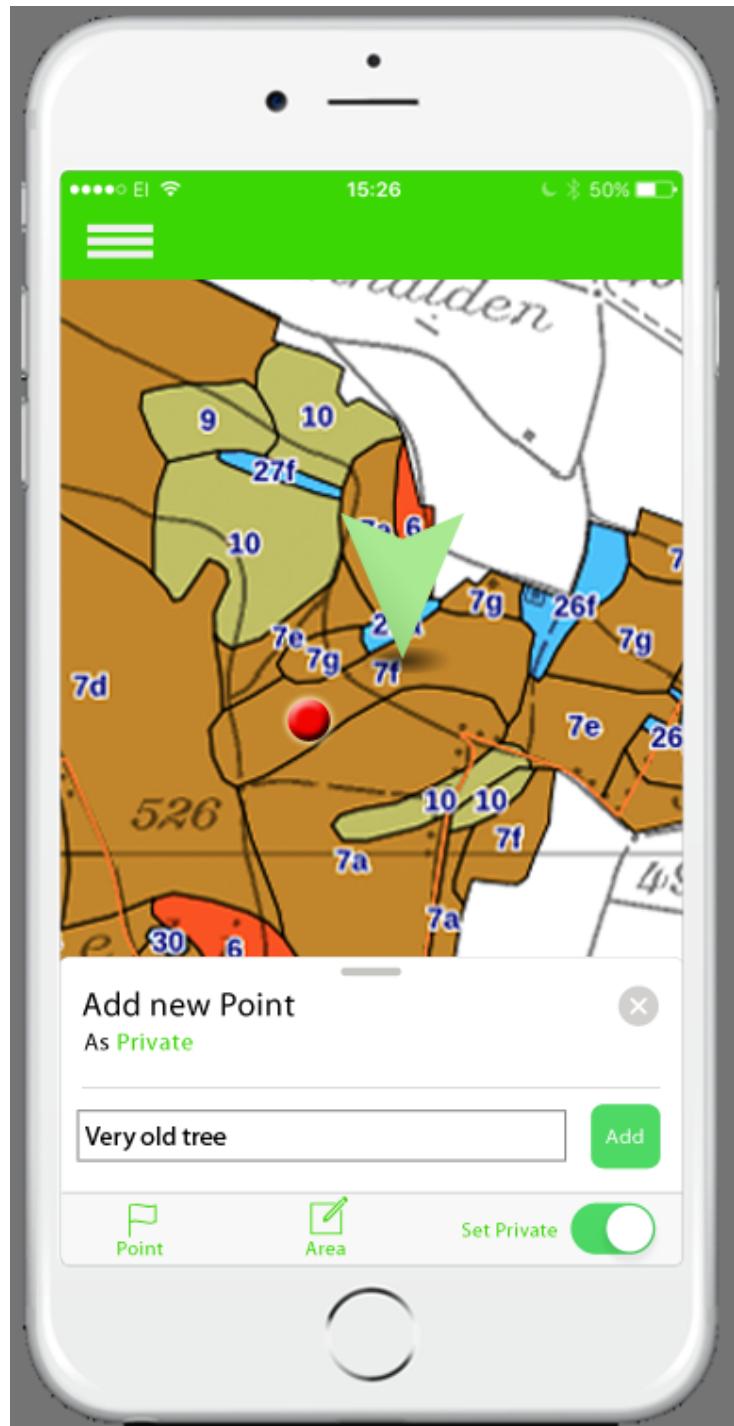


Abbildung 5.5: Mockup Screen 5

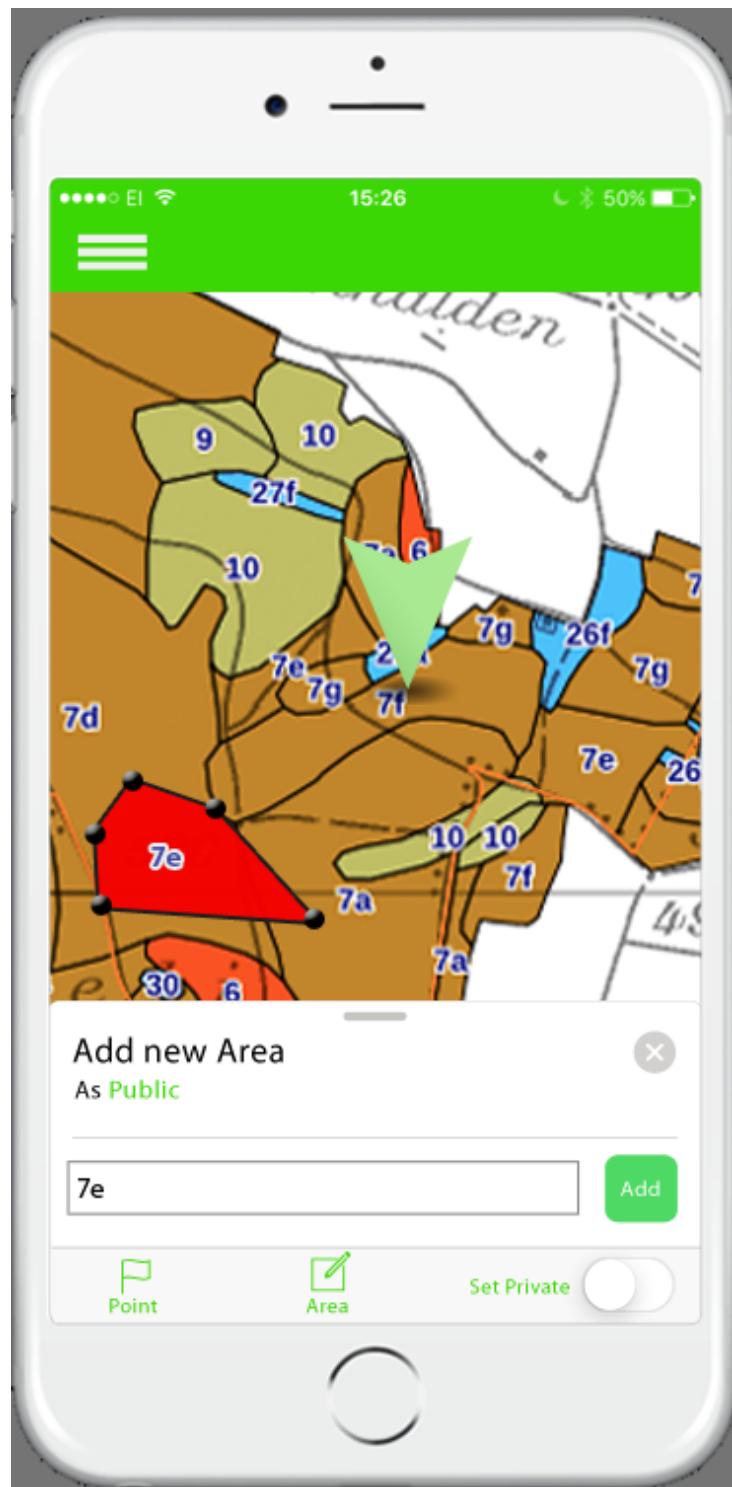


Abbildung 5.6: Mockup Screen 6

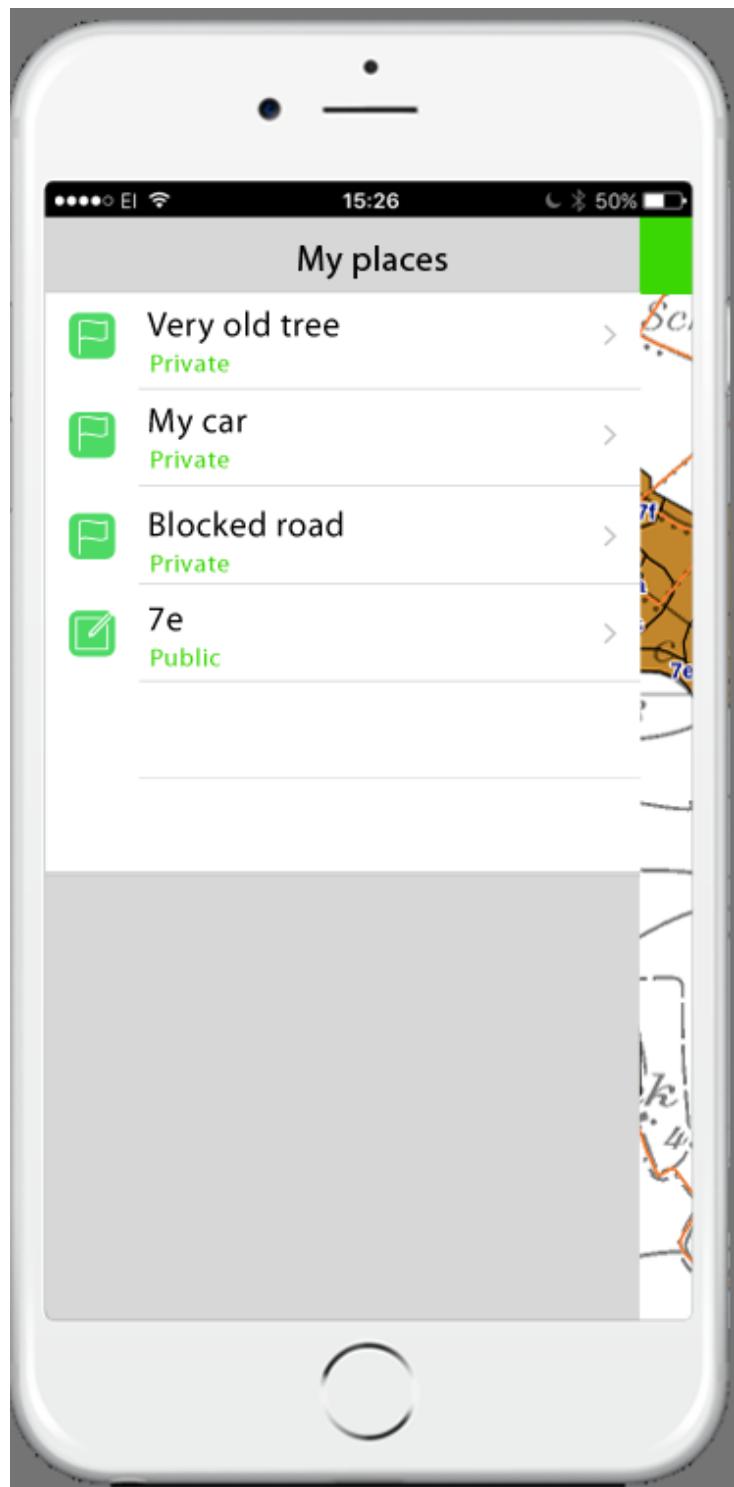


Abbildung 5.7: Mockup Screen 7

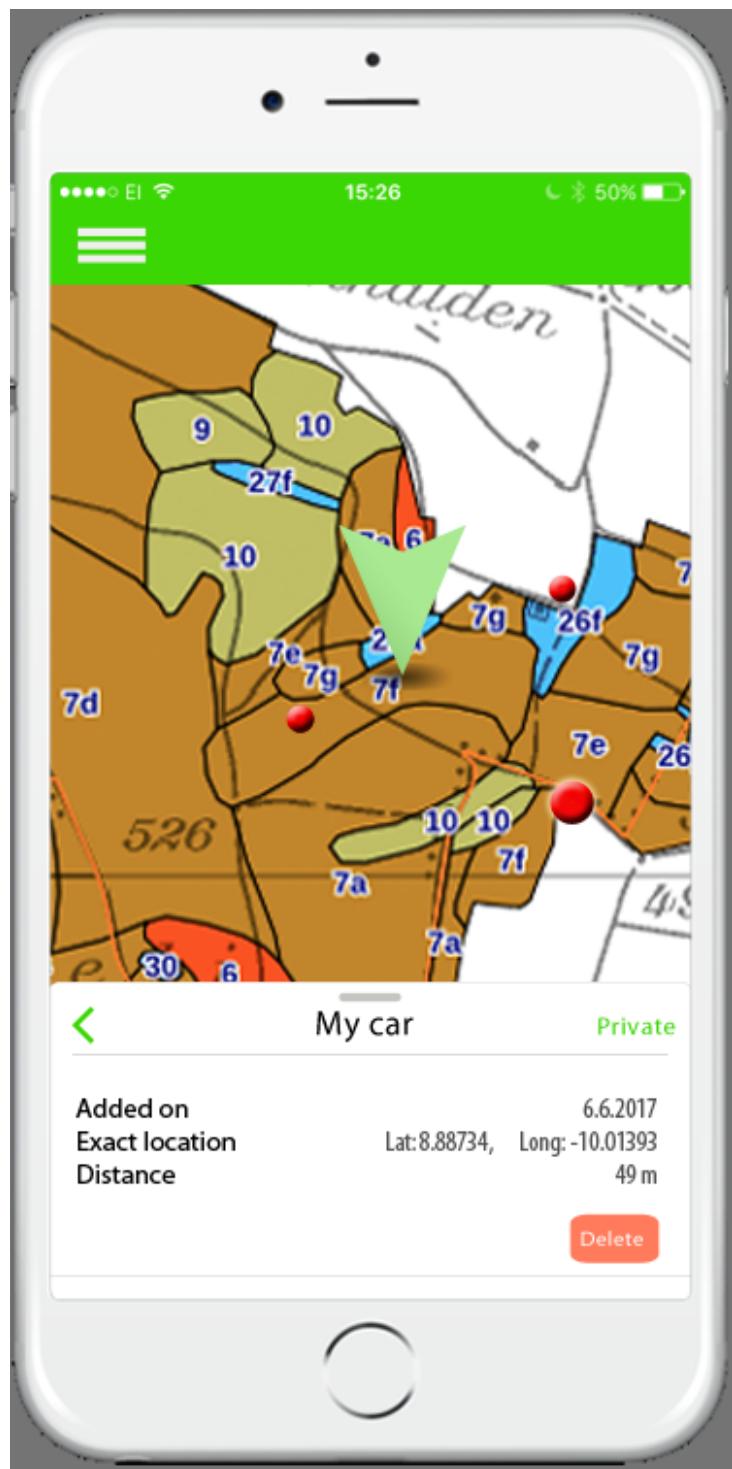


Abbildung 5.8: Mockup Screen 8

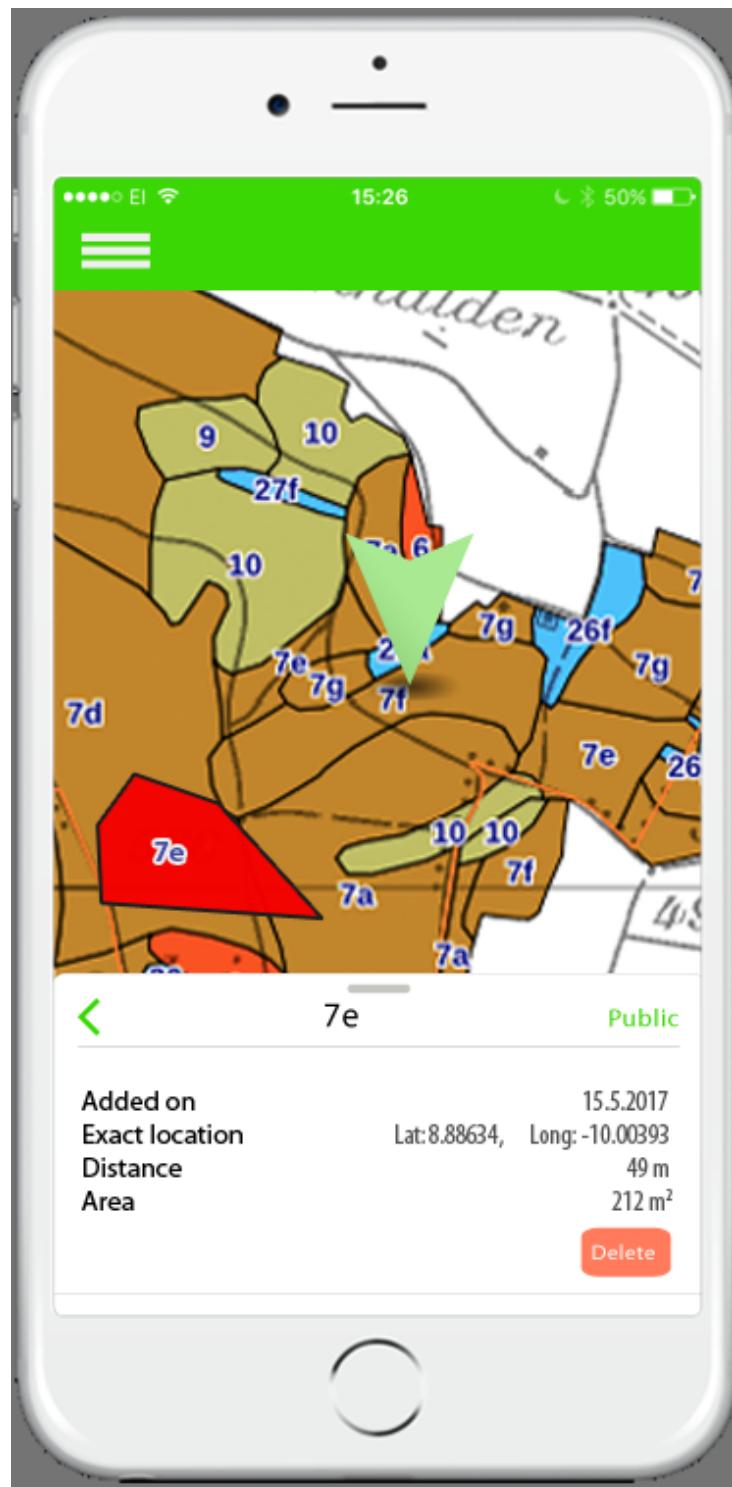


Abbildung 5.9: Mockup Screen 9

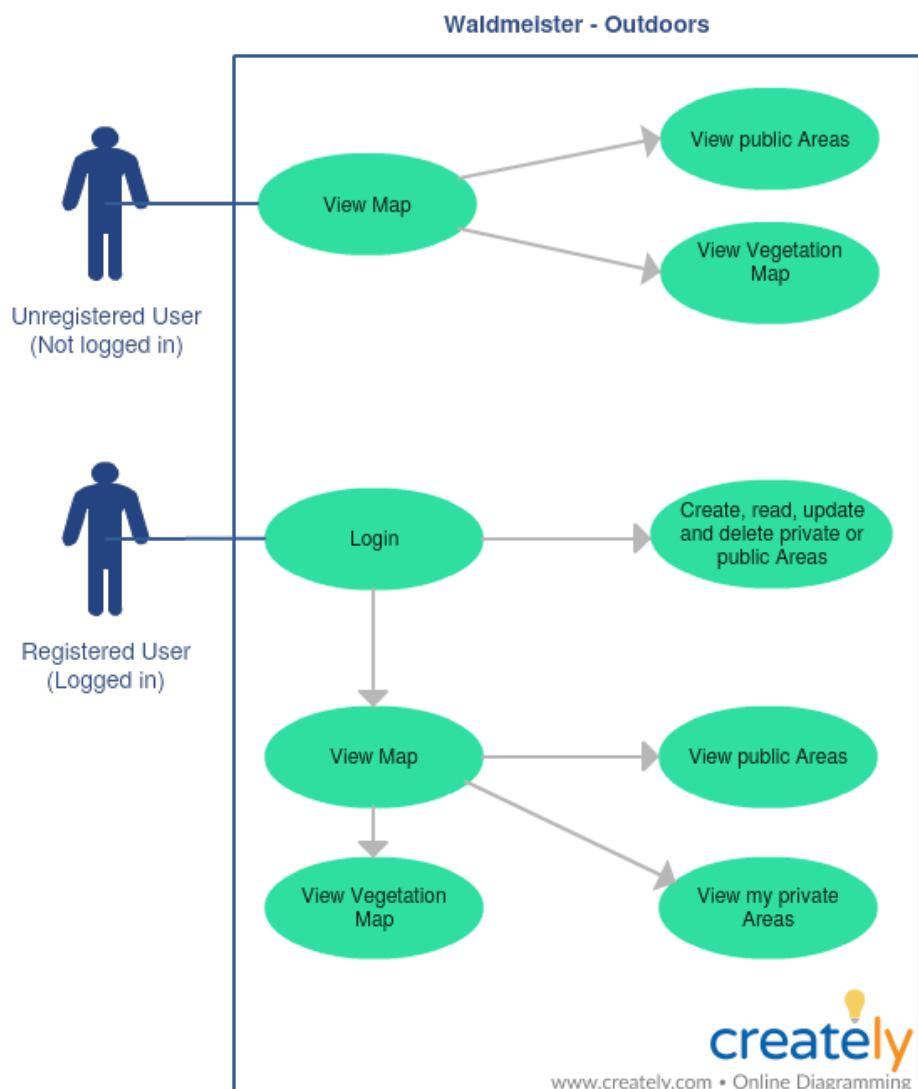


Abbildung 5.10: Use Case Diagram

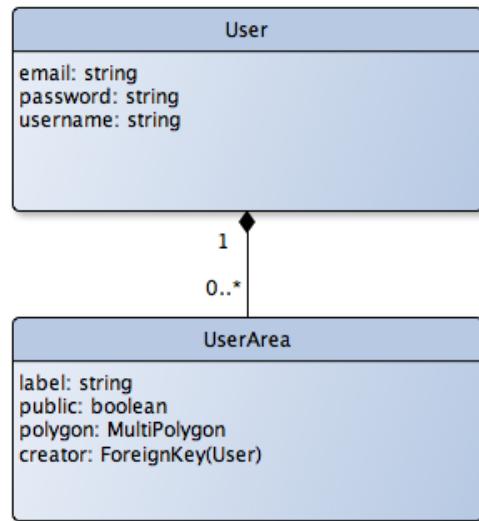


Abbildung 5.11: Klassendiagramm

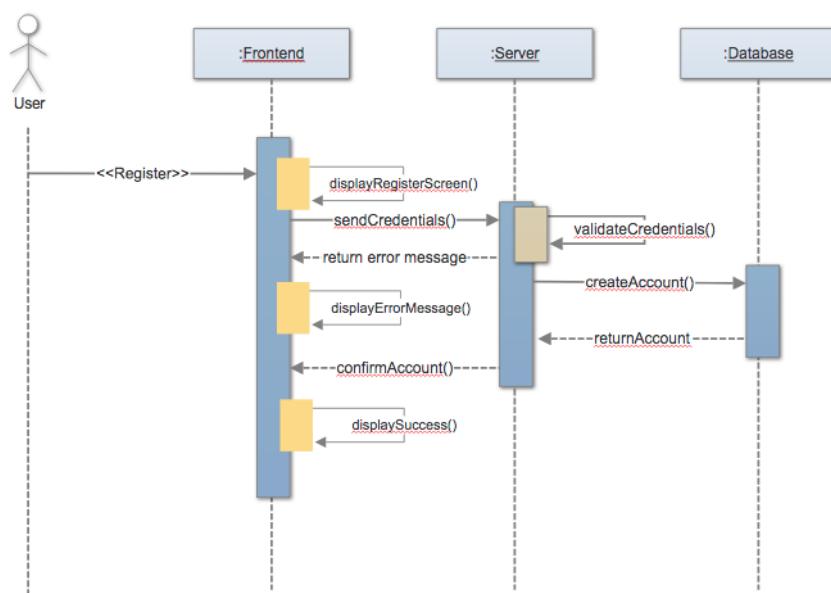


Abbildung 5.12: Sequenzdiagramm, Register

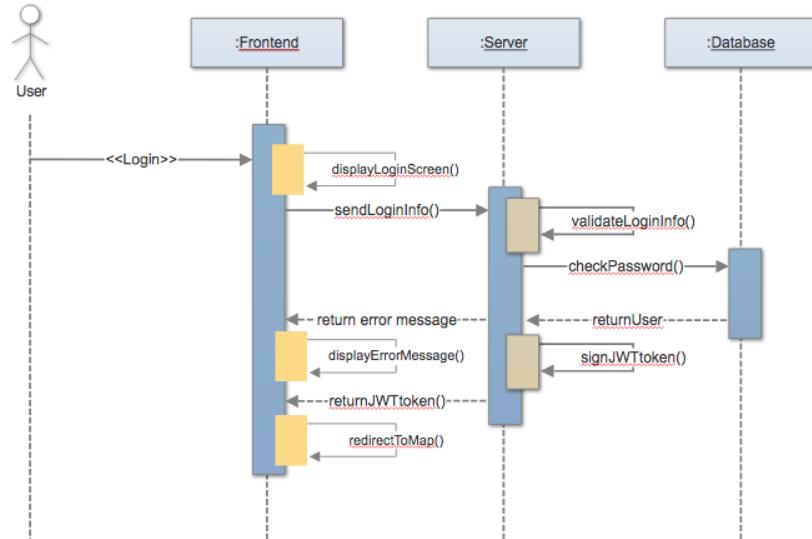


Abbildung 5.13: Sequenzdiagramm, Login

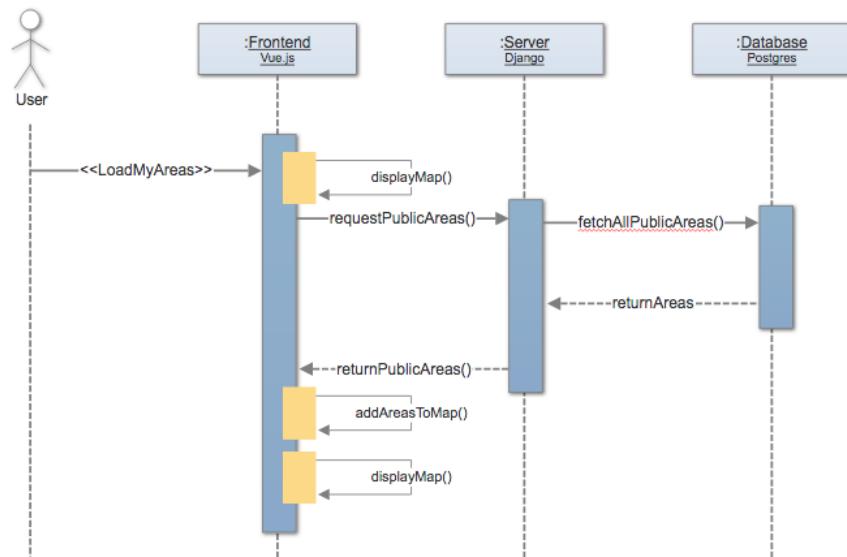


Abbildung 5.14: Sequenzdiagramm, Public Areas

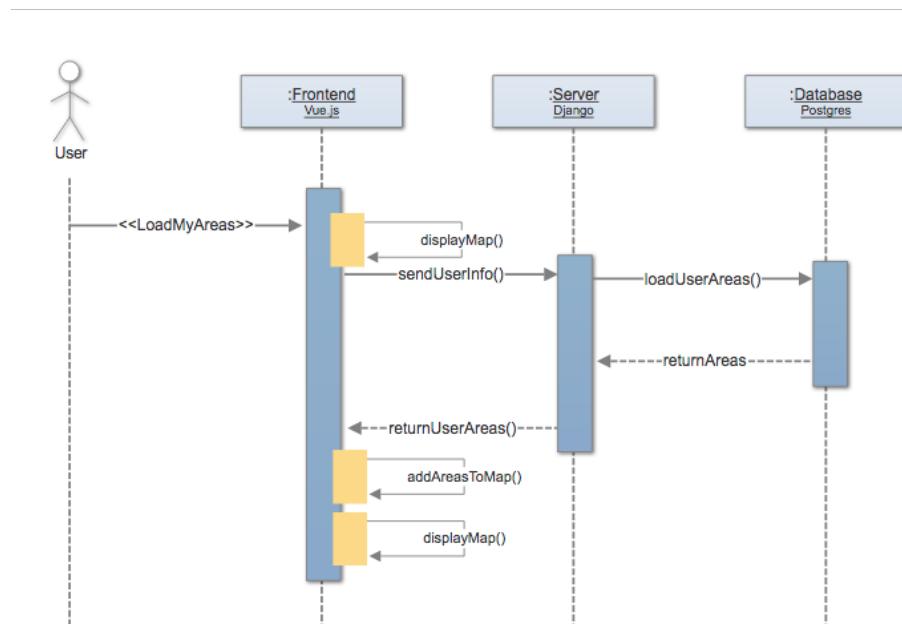


Abbildung 5.15: Sequenzdiagramm, My Areas

Kapitel 6

Results

Das Projekt wurde mit genannten Technologien umgesetzt und wird auf Github gehostet:

<https://github.com/dschmide/Waldmeister>

6.1 Discussion / Screenshots

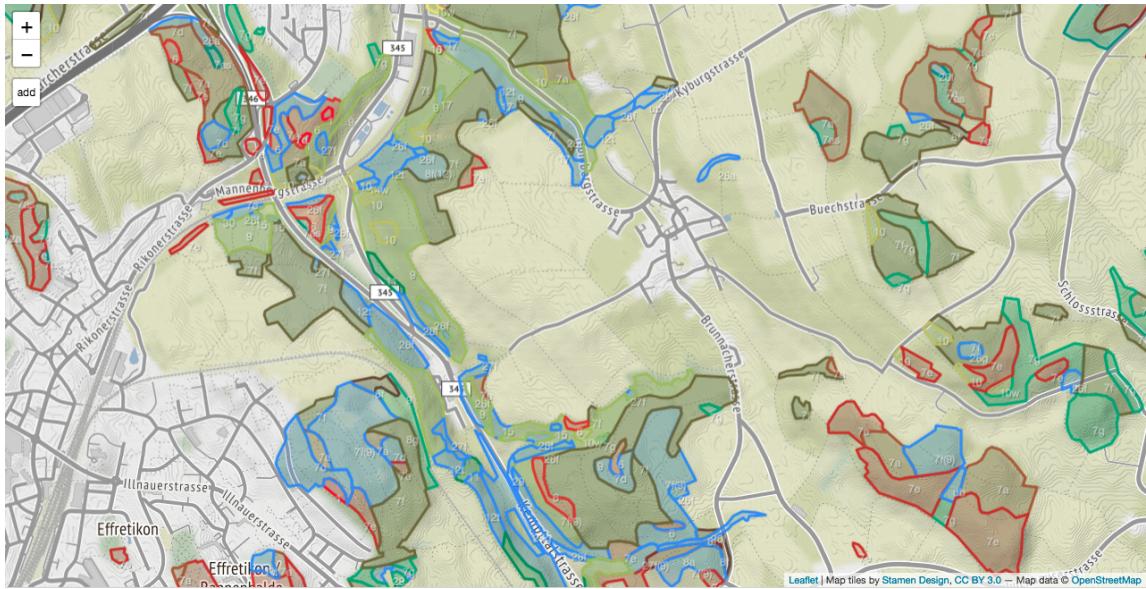


Abbildung 6.1: Screenshot Desktop, Vegetationskundliche Karte

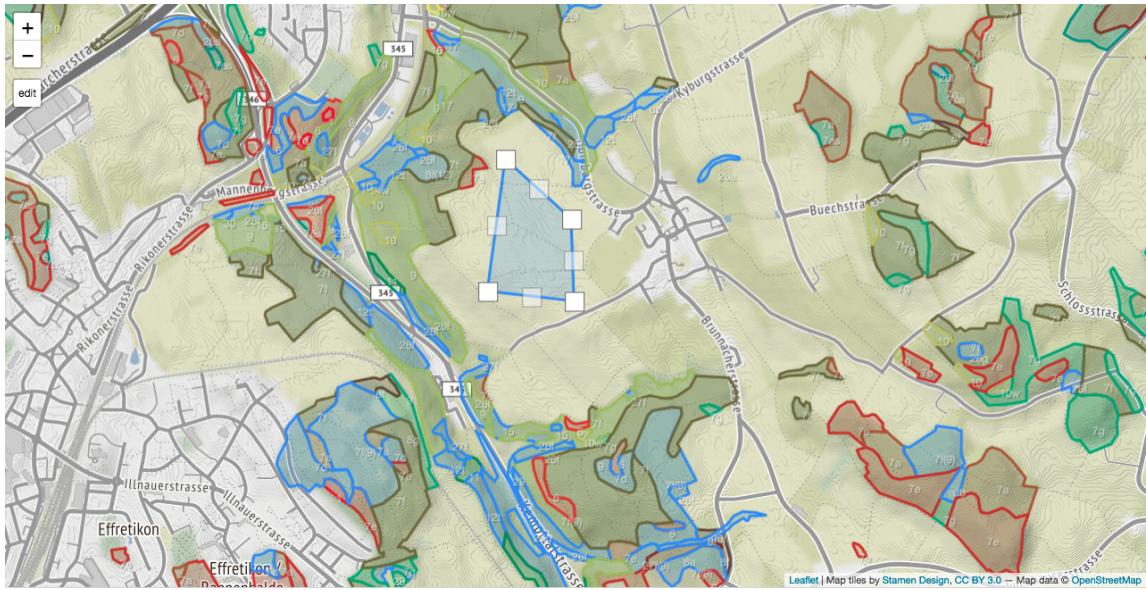


Abbildung 6.2: Screenshot Desktop, EditArea

Kapitel 7

Links

<https://github.com/dschmide/Waldmeister>

<https://maps.zh.ch?topic=WaldVKZHscale=18634x=2706590.13y=1251180.39srid=2056>

Kapitel 8

API Documentation

Abbildungsverzeichnis

4.1	Vuex Action-Mutations-State Diagram	11
5.1	Mockup Screen 1	16
5.2	Mockup Screen 2	17
5.3	Mockup Screen 3	18
5.4	Mockup Screen 4	19
5.5	Mockup Screen 5	20
5.6	Mockup Screen 6	21
5.7	Mockup Screen 7	22
5.8	Mockup Screen 8	23
5.9	Mockup Screen 9	24
5.10	Use Case Diagram	25
5.11	Klassendiagramm	26
5.12	Sequenzdiagramm, Register	26
5.13	Sequenzdiagramm, Login	27
5.14	Sequenzdiagramm, Public Areas	27
5.15	Sequenzdiagramm, My Areas	28
6.1	Screenshot Desktop, Vegetationskundliche Karte	30
6.2	Screenshot Desktop, EditArea	30

Literaturverzeichnis

- [BL] Tim Berners-Lee. Practical rdf. *Scientific American.*
- [BS08] Christian Bizer and Andreas Schultz. The berlin sparql benchmark. Technical report, Freie Universität Berlin, Web-based Systems Group, 2008.
- [Cha09] Raymond F Chamberlin, Donald D; Boyce. Sequel: A structured english query language. *Proceedings of the 1974 ACM SIGFIDET Workshop on Data Description, Access and Control.*, 2007-06-09.
- [fS] International Organization for Standardization. Iso/iec 9075-1:2008.
- [JU10] Sören Auer Jörg Unbehauen, Claus Stadler. *Optimizing SPARQL-to-SQL Rewriting*. PhD thesis, University of Leipzig, 2010.
- [neo17] https://neo4j.com/developer/graph-db-vs-rdbms/#_from_relational_to_graph_databases, 6 2017.
- [rdb] <https://www.w3.org/2005/incubator/rdb2rdf/>.
- [Ste12] Pavel Stehule. *Historie projektu PostgreSQL*. 9 June 2012.
- [tbl] http://www-sop.inria.fr/acacia/fabien/lecture/licence_travaux_etude2002/thesemanticweb/.
- [use] <http://www.w3.org/2001/sw/sweo/public/usecases/>.