

## **Master-Thesis**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Master of Science (M.Sc.)

an der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes  
im Studiengang Praktische Informatik  
der Fakultät für Ingenieurwissenschaften

**Konzeption und Umsetzung einer interaktiven Anwendung zur  
Darstellung von Sensordaten unter besonderer Berücksichtigung  
der User Experience**

vorgelegt von  
Johann Chopin

betreut und begutachtet von  
Prof. Dr. Markus Esch

Berlin, Tag. Monat Jahr



# Selbständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit (bei einer Gruppenarbeit: den entsprechend gekennzeichneten Anteil der Arbeit) selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ich erkläre hiermit weiterhin, dass die vorgelegte Arbeit zuvor weder von mir noch von einer anderen Person an dieser oder einer anderen Hochschule eingereicht wurde.

Darüber hinaus ist mir bekannt, dass die Unrichtigkeit dieser Erklärung eine Benotung der Arbeit mit der Note „nicht ausreichend“ zur Folge hat und einen Ausschluss von der Erbringung weiterer Prüfungsleistungen zur Folge haben kann.

*Berlin, Tag. Monat Jahr*

---

Johann Chopin



# **Zusammenfassung**

Kurze Zusammenfassung des Inhaltes in deutscher Sprache, der Umfang beträgt zwischen einer halben und einer ganzen DIN A4-Seite.

Orientieren Sie sich bei der Aufteilung bzw. dem Inhalt Ihrer Zusammenfassung an Kent Becks Artikel: <http://plg.uwaterloo.ca/~migod/research/beckOOPSLA.html>.



# Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank Herr Prof. Markus Esch die meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat. Für die hilfreichen Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinen Kollegen und Kolleginnen der Firma Dryad bedanken (insbesondere mein Kollege Dinesh Priyashantha und mein Vorgesetzter Cherian Mathew), die mir während der Schreibphase meiner Masterarbeit wertvollen Input gegeben haben und mir Einblicke in die Unternehmenskultur gewährt haben.

Schließlich wäre es nachlässig, meine Familie nicht zu erwähnen, insbesondere meine Eltern. Ihr Glaube an mich hat mich während dieses Prozesses bei Laune und Motivation gehalten.

Chopin Johann



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Aufgabenbeschreibung und Ziele . . . . .	1
1.3 Aufbau der Thesis . . . . .	1
<b>2 Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Silvanet-Technologie . . . . .	3
2.2 Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien . . . . .	4
2.2.1 Single Page Application (SPA) . . . . .	5
2.2.2 TypeScript . . . . .	5
2.2.3 Webpack . . . . .	6
2.2.4 Angular . . . . .	6
2.2.5 Npm . . . . .	7
2.2.6 SASS . . . . .	7
2.2.7 Angular Routing . . . . .	8
2.3 Tools und Arbeitsabläufe . . . . .	8
2.3.1 Scrum . . . . .	8
2.3.2 Tools . . . . .	9
2.3.3 Developer Experience . . . . .	11
2.4 Ergonomie und User Experience . . . . .	12
2.4.1 Ergonomie . . . . .	12
2.4.2 User Experience . . . . .	12
<b>3 Analyse</b>	<b>15</b>
3.1 Zielsetzung . . . . .	15
3.2 Ergonomische Inspektion . . . . .	15
3.3 Benutzertests . . . . .	16
3.4 Benutzerumfrage über die Feuerwehr-Community . . . . .	16
<b>4 Konzeption</b>	<b>17</b>
4.1 Verwenden eines Dashboards für schnelle Entscheidungsfindung . . . . .	17
4.2 Verhalten einer interaktiven Karte beim Zoomen und Auszoomen . . . . .	17
4.3 Präsentation von Daten in Stresszeiten . . . . .	17
<b>5 Implementierung</b>	<b>19</b>
5.1 Entwicklung eines Benutzers Fragebogens . . . . .	19
5.2 Geschichtete Darstellung auf interaktiver Karte . . . . .	19
<b>6 Evaluation</b>	<b>21</b>
<b>7 Diskussion</b>	<b>23</b>
<b>8 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>25</b>
8.1 Zusammenfassung . . . . .	25
8.2 Ausblick . . . . .	25

<b>Literatur</b>	<b>27</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>29</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>29</b>
<b>Listings</b>	<b>29</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>31</b>
.1 Notizen aus der ergonomischen Inspektion der Webschnittstelle (Englisch)	35

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Jedes Jahr und immer häufiger brechen auf der ganzen Welt immer intensivere und verheerendere Waldbrände aus. Nur in Europa brannten 2021 mehr als 1.113.464 ha Wald in mehr als 39 Ländern [3]. Um das Risiko von Waldbränden zu verringern, hat das junge Start-up-Unternehmen Dryad Sensoren entwickelt, die eine ultraschnelle Erkennung von Waldbränden ermöglichen.

Diese Sensoren, die über mehrere Aktionsstandorte verteilt sind, erfassen verschiedene Arten von Daten wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und das Vorhandensein von Gasen, die bei einer Verbrennung entstehen. Ein Webinterface ist verfügbar, um die verschiedenen Daten, die von diesen Sensoren gesendet werden, zu sehen. Da die Kunden jedoch nicht alle Computerspezialisten sind, muss die Benutzeroberfläche so intuitiv wie möglich sein.

Derzeit kommt das Produkt mit einer Anleitung, die erklärt, wie man die Webanwendung nutzt. Dies deutet auf ein großes Problem mit der Nutzererfahrung hin. Meine Aufgabe in dieser Arbeit ist es daher, die Schwachstellen der aktuellen Schnittstelle zu identifizieren und Verbesserungen vorzuschlagen und zu entwickeln.

## 1.2 Aufgabenbeschreibung und Ziele

In meiner Thesis bei Dryad geht es darum, die entscheidenden Bereiche der Webanwendung, die die verschiedenen Sensoren verwaltet, zu erkennen, die als schlechte Benutzererfahrung angesehen werden. Die Schwerpunkte der Arbeit lassen sich wie folgt beschreiben:

- Identifizierung von ergonomischen Mängeln basierend auf einer Auditierung der gesamten Schnittstelle.
- Entwicklung und Durchführung von Benutzertests, die es ermöglichen, User-Stories so zu definieren, dass sie nach Prioritäten geordnet werden können.
- Forschung und Entwicklung zu den verschiedenen interaktiven Karten der Anwendung, die es dem Nutzer erleichtern, seine Standorte und Sensoren sowie deren Status zu entdecken.
- Forschung zur Verbesserung der Datenpräsentation in Stresssituationen

## 1.3 Aufbau der Thesis

In Kapitel 2 werden zunächst die grundlegenden Konzepte vorgestellt, die für das Verständnis der These hilfreich sind. In Kapitel 3 werden dann die Anforderungen vorgestellt, die für diese Thesis definiert wurden.

[TODO]



## 2 Grundlagen

### 2.1 Silvanet-Technologie

Das Startup namens Dryad<sup>1</sup> mit Sitz in Berlin hat sich zum Ziel gesetzt, die Zahl der Waldbrände zu verringern, indem es sie so schnell wie möglich entdeckt und die Behörden warnt. Ein Team für die Entwicklung von Hardware und eingebetteten Systemen beschäftigt sich mit der Entwicklung kleiner solarbetriebener Sensoren, die Veränderungen in der Zusammensetzung der Umgebungsluft erkennen können. Wenn eine Veränderung festgestellt wird, wird ein Scan initiiert und eine eingebaute künstliche Intelligenz bestimmt, ob es sich um die Verbrennung handelt. Der Vorteil der künstlichen Intelligenz besteht darin, dass sie mehrere Variationen als nur die einfache Verbrennung erkennen kann. So kann man feststellen, ob es sich nur um einen Diesel-LKW handelt, der in der Nähe vorbeifährt, oder ob es sich um ein Feuer aus einem bestimmten Holz handelt, etc.

Diese Sensoren werden mithilfe der LoRaWAN-Technologie miteinander verbunden, die es ermöglicht, ein großes Netzwerk mit geringem Stromverbrauch aufzubauen. Die LoRaWAN-Netzwerkarchitektur wird in einer sternförmigen Topologie eingesetzt, in der Gateways Nachrichten zwischen Endgeräten und einem zentralen Netzwerkserver weiterleiten

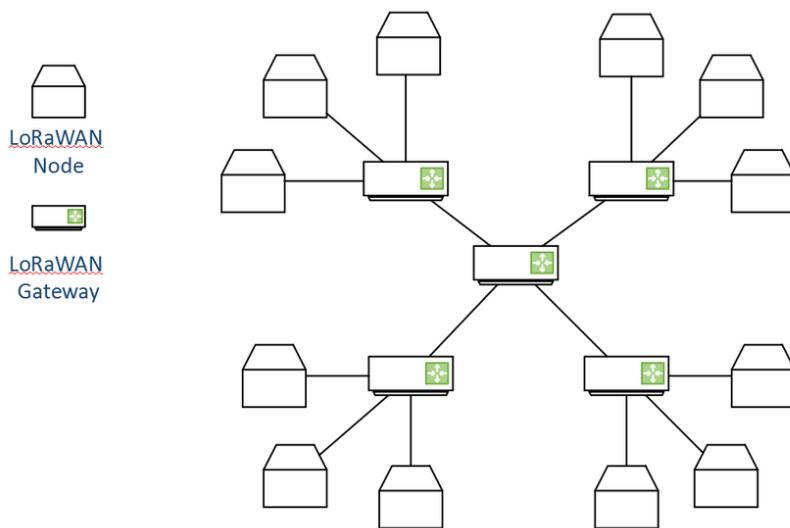


Abbildung 2.1: Schematisierung einer Star-of-Stars-Netzwerk-Architektur, bestehend aus *Nodes* und *Gateways*, die vom LoRaWAN-Standard verwendet wird[7]

In der Silvanet-Architektur von Dryad entsprechen die Nodes den Sensoren, die Waldbrände erkennen sollen. Wir nennen sie Sensors. Silvanet verwendet dann 2 Arten von Gateways, um die Informationen von den Sensoren nach außerhalb des Netzwerks zu leiten (Dryads Cloud-Backend-Service). Der erste Typ heißt *Mesh-Gateway* und ermöglicht die Netzwerkabdeckung über große Entfernungen zwischen den Sensoren und andere

<sup>1</sup><https://www.dryad.net/>

## 2 Grundlagen

Mesh-Gateways. Die zweite Art von Gateways, die *Borders Gateways*, übertragen die Daten der Mesh Gateways nach außerhalb des LoRaWAN-Netzwerks, indem sie mit dem Backend-Service von Dryad kommunizieren.

Nach der Verarbeitung können die verschiedenen Informationen der zu Standorten zusammengefassten Sensoren abgerufen und in der Webanwendung von Dryad angezeigt werden. Mit dieser Anwendung kann sich ein Benutzer anmelden, die Installation von Sensoren an einem Standort planen, die verschiedenen gesammelten Daten in Echtzeit verfolgen und die Art einer Waldbrandwarnung im Detail abrufen.



Abbildung 2.2: Schematische Darstellung des LoRaWAN-Netzwerks, das die verschiedenen Sensoren mit dem Cloud-System verbindet.



Abbildung 2.3: ein luftschnüffelnder Sensor, der ein Silvanet-Netzwerk bildet

## 2.2 Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien

Die Sensorverwaltungsanwendung von Dryad wird mithilfe von Webtechnologien (html, css, javascript) und zahlreichen Tools entwickelt, um eine Webanwendung zu erstellen, die auf mehreren Plattformen (Browser, ios, Android) läuft und dabei nur einen einzigen Quellcode hat. Es wurde beschlossen, dass die erste Version der Anwendung eine Single Page Application (SPA) sein sollte. Derzeit gibt es viele Tools, die das Erstellen einer SPA erleichtern. Innerhalb von Cloud-Team von Dryad wurde beschlossen, die folgenden zu verwenden:

### 2.2.1 Single Page Application (SPA)

Eine Single Page Application ist ein Website-Design-Ansatz, bei dem der Inhalt jeder neuen Seite nicht durch das Laden neuer HTML-Seiten, sondern dynamisch durch die Fähigkeit von JavaScript, die Document Object Model (DOM)-Elemente auf der bestehenden Seite selbst zu manipulieren, generiert wird.

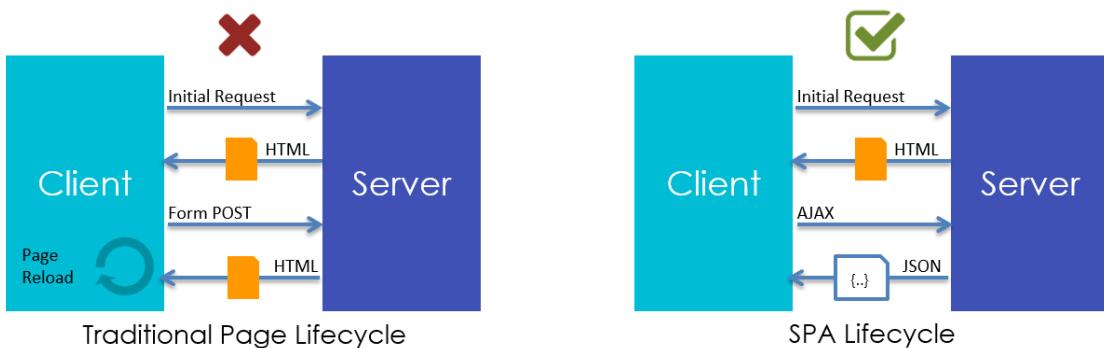


Abbildung 2.4: <https://www.tothenew.com/blog/optimization-of-angularjs-single-page-applications-for-web-crawlers/>

#### Pros:

- Die traditionellen HTML-Seiten nehmen beim Hin- und Herbewegen zum Server viel Zeit in Anspruch. Dies erforderte das Nachladen der großen Menge ähnlicher Daten, während das neue SPA die Notwendigkeit der Kommunikation mit HTML-Tags zum Server mildert. SPA lädt nur einmal mit den HTML-Tags, während die nächsten Anfragen auf das teilweise Laden der Seite mittels AJAX und JSON erfolgen. Dies führt zu einer Einsparung von Bandbreite.
- Die SPA-Seite wird schneller geladen und benötigt aufgrund der geringeren Datentransaktion weniger Bandbreite. Das Seitendesign und UX werden besser und funktionieren erstaunlich gut mit den langsamen Verbindungen.

#### Cons:

- Die traditionellen HTML-Seiten sind gut für den SEO, während die SPA schwer von den Benutzern gecrawlten werden kann, weil die Webcrawlers nicht wissen, wie sie mit dem Javascript umgehen sollen. Die Lösung besteht darin, die roboterspezifische HTML-Seite zu kodieren, was wiederum zu Wartungsproblemen führen kann.
- Manchmal braucht die SPA viel Zeit, um das Bündel aus CSS und Javascript zu laden, was das erste Laden der Seite verzögert.

### 2.2.2 TypeScript

Die Entwicklung einer Webanwendung kommt heutzutage ohne Javascript kaum noch aus. Die Hegemonie dieser Sprache wird nicht mehr angezweifelt, und ihre Gemeinschaft ist eine der wichtigsten in der Welt der Webentwicklung, was sicherlich auf ihre inhärente Flexibilität zurückzuführen ist. Es hat jedoch einige Einschränkungen, wenn es um die Entwicklung komplexer Anwendungen geht, und aus diesem Grund kommt TypeScript ins Spiel.[6]

## 2 Grundlagen

TypeScript<sup>2</sup> ist eine Programmiersprache, die von Microsoft im Jahr 2012 entwickelt wurde. Sein Hauptanliegen ist es, die Produktivität der komplexen Anwendungsentwicklung zu verbessern.

Es handelt sich um eine Open-Source-Sprache, die als höhere Schicht von Javascript entwickelt wurde. Jeder in Javascript gültige Code ist auch in TypeScript gültig. Die Sprache führt jedoch optionale Funktionen wie Typisierung oder objektorientierte Programmierung ein. Um diese Funktionen nutzen zu können, ist keine Bibliothek erforderlich, aber nur das Tool für die TypeScript-Kompilierung. Somit wird der ausgeführte Code ein Javascript-Äquivalent des kompilierten TypeScript-Codes sein.

Dieser Sicherheitstyp hat ihn bei Javascript-Entwicklern sehr beliebt gemacht, wie die Stackoverflow Survey 2022<sup>3</sup> beweist:

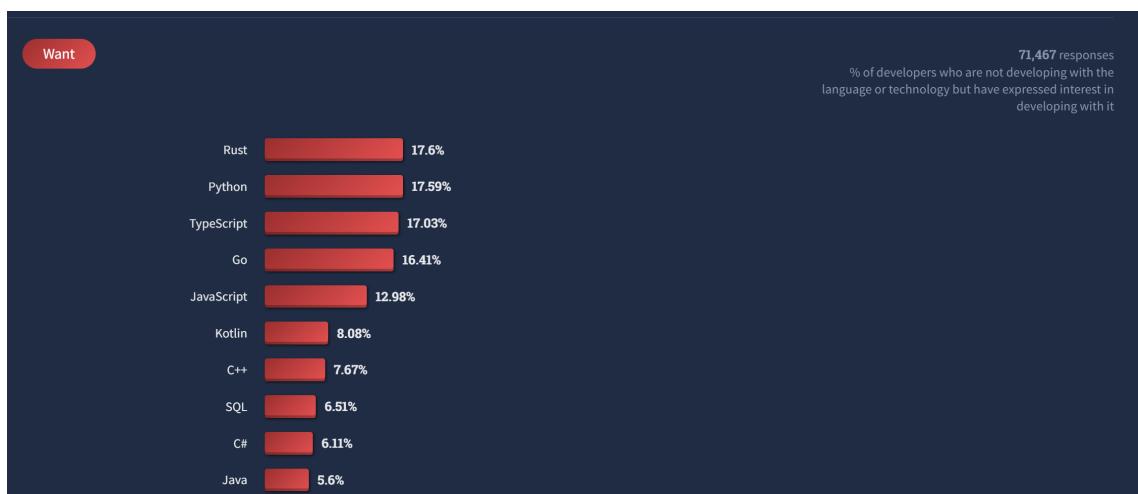


Abbildung 2.5: Liste der beliebtesten Programmier-, Skript- und Auszeichnungssprachen im Jahr 2022

### 2.2.3 Webpack

Webpack<sup>4</sup> ist ein Modul-Bündler. Sein Hauptzweck besteht darin, JavaScript-Dateien für die Verwendung in einem Browser zu bündeln, aber es ist auch in der Lage, so gut wie jede Ressource oder jedes Asset zu transformieren, zu bündeln oder zu paketieren<sup>5</sup>.

Es gibt viele verschiedene Bündler wie Parceljs<sup>6</sup>, Rollupjs<sup>7</sup> oder Browserify<sup>8</sup>. Das von uns verwendete Web-Framework (das im nächsten Abschnitt vorgestellt wird) kommt jedoch fertig mit einer webpack-Konfiguration. So wird webpack neben seiner Reife, seinen zahlreichen Plug-ins und seiner umfangreichen Konfiguration auch für den Aufbau unserer Javascript-Anwendung verwendet.

### 2.2.4 Angular

Mit Javascript können wir ein HTML DOM leicht manipulieren. Das Hinzufügen, Ändern oder Löschen eines Node zur Laufzeit, ohne die Seite neu zu laden, bietet dem Benutzer

<sup>2</sup><https://www.typescriptlang.org/>

<sup>3</sup><https://survey.stackoverflow.co/2022/#most-loved-dreaded-and-wanted-language-want>

<sup>4</sup><https://github.com/webpack/webpack>

<sup>5</sup>Offizielle Webpack-Dokumentation: <https://github.com/webpack/webpack#webpack>

<sup>6</sup><https://parceljs.org/>

<sup>7</sup><https://github.com/rollup/rollup>

<sup>8</sup><https://github.com/browserify/browserify>

## 2.2 Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien

eine sehr dynamische und leichte Schnittstelle, die dem ähnelt, was er in einer nativen Anwendung sehen kann.

Leider kann die Entwicklung einer Webanwendung allein mithilfe von Javascript sehr viel Zeit in Anspruch nehmen und schwer skalierbar werden. Aus diesem Grund haben sehr marktführende Unternehmen wie Google oder Facebook ihr Javascript-Framework entwickelt, um dynamische Schnittstellen einfach zu erstellen.

Ein Framework ist eine semi-vollständige Applikation. Es stellt für Applikationen eine wiederverwendbare, gemeinsame Struktur zur Verfügung. Die Entwickler bauen das Framework in ihre eigene Applikation ein und erweitern es derart, dass es ihren spezifischen Anforderungen entspricht. Frameworks unterscheiden sich von Toolkits dahingehend, dass sie eine kohärente Struktur zur Verfügung stellen, anstatt einer einfachen Menge von Hilfsklassen[4].

Einige der beliebtesten sind React<sup>9</sup> von Facebook, Angular<sup>10</sup> von Google und Vue<sup>11</sup>.

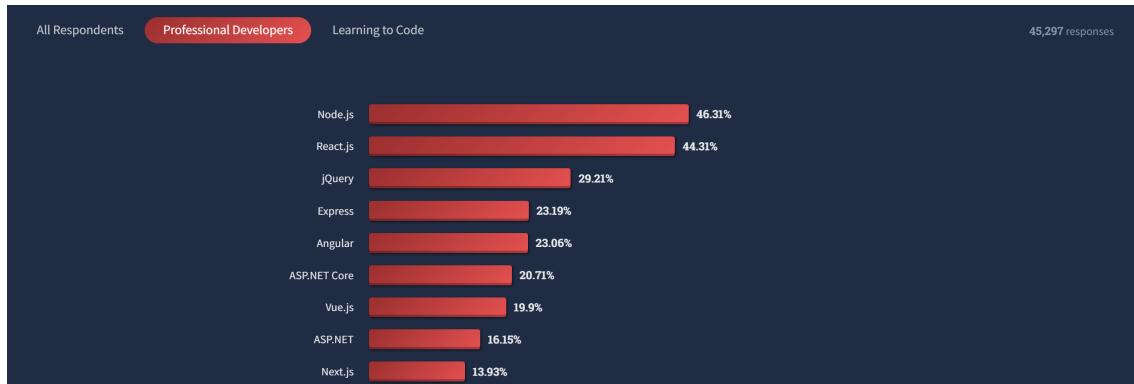


Abbildung 2.6: Stackoverflow Survey 2022: Beliebteste Web-Frameworks

Angular wurde aufgrund seines umfassenden Designs, seiner großen Nutzergemeinde und der Tatsache, dass das Team bereits über fundierte Kenntnisse in diesem Tool verfügte, als Framework ausgewählt.

### 2.2.5 Npm

Es ist derzeit undenkbar, eine Webapplikation von Grund auf neu zu entwickeln. Es gibt eine Vielzahl von Open-Source-Bibliotheken, die von verschiedenen Entwicklern entwickelt wurden und mit denen unsere Anwendung schnell und einfach erstellen werden kann. Deshalb ist es notwendig, ein Tool zu benutzen, um die verschiedenen Bibliotheken, die verwendet werden, zu organisieren.

Node Package Manager (NPM) ist das Zentrum der gemeinsamen Nutzung von JavaScript-Code und mit mehr als einer Million Paketen und 11 Millionen Entwickler weltweit die größte Software-Registry der Welt<sup>12</sup>. Aufgrund dieses guten Renommes beschloss das Team, NPM zur Verwaltung der verschiedenen Bibliotheken einzusetzen.

### 2.2.6 SASS

Angular erlaubt es, das DOM einer Webanwendung leicht zu manipulieren, bleibt nur noch, sie zu stylen. Es wird dafür der Stylesheet-Kernsprachen des World Wide Webs

<sup>9</sup><https://github.com/facebook/react/>

<sup>10</sup><https://github.com/angular/angular>

<sup>11</sup><https://github.com/vuejs/vue>

<sup>12</sup>NPM offizielle Website: <https://www.npmjs.com/>

## 2 Grundlagen

verwenden, Cascading Style Sheets (CSS).

Leider kann CSS schnell überflüssig und schwierig zu handhaben werden, wenn es darum geht, mehrere Dutzend Elemente gleichzeitig zu bearbeiten. Um dieses Problem zu überwinden, wurde der CSS-Präprozessor Syntactically Awesome StyleSheets (SASS) geschaffen, der die Verwendung von Variablen, Schleifen und Funktionen erlaubt, die in CSS umgesetzt werden.

Die folgende Abbildung zeigt die gleiche Style-Deklaration mit CSS und SASS:

CSS	SASS
<pre>ul {     background-color: red; }  ul.hide {     opacity: 0; }  ul.hide li {     text-decoration: underline; }</pre>	<pre>ul {     background-color: red; }  .hide {     opacity: 0; }  li {     text-decoration: underline; }</pre>

Tabelle 2.1: Beispiel für die Deklaration von Styles in CSS und SASS

Es wurde daher beschlossen, diesen css-Prozessor im Projekt zu verwenden. Außerdem bietet Angular eine bereits fertige Sass-Kompilation an.

### 2.2.7 Angular Routing

Der Antrag wird also von einer einzigen Seite generiert, was aber nicht bedeutet, dass ein Wechsel der URLs nicht möglich ist. Tatsächlich kann eine SPA dank Javascript auf verschiedenen URLs laufen. Angular bringt ein eigenes Routing-System namens Angular Routing<sup>13</sup> mit, das es ermöglicht, bestimmte Komponenten auf der Grundlage der URL anzuzeigen. Das Projekt wird diese Lösung verwenden, um das Routing der Anwendung zu verwalten.

## 2.3 Tools und Arbeitsabläufe

Innerhalb des Cloud-Team wird jedes IT-Projekt agil nach der Scrum-Methode entwickelt. Scrum ist ein Framework für die Entwicklung komplexer Softwareprodukte. Sie wird von ihren Schöpfern als "ganzheitlicher, iterativer Rahmen definiert, der sich auf gemeinsame Ziele konzentriert, indem er produktiv und kreativ Produkte von höchstmöglichen Wert liefert"<sup>[8]</sup>. 13 Es basiert auf der Unterteilung eines Projekts in "Zeit Boxen", sogenannte Sprints, die von ein paar Stunden bis zu einem Monat dauern können (in unserem Team dauert es eine Woche)

### 2.3.1 Scrum

Das Cloud-Team wendet mehrere Scrum-Methoden zur Verbesserung der Software-Entwicklung an:

<sup>13</sup><https://angular.io/guide/routing-overview>

### 2.3.1.1 Sprint Meeting

Zu Beginn jedes Sprints trifft sich das Cloud-Team, um die verschiedenen Aufgaben für den nächsten Sprint zu planen und diese in Tickets zu organisieren. Sie finden jeden Montag um 10 Uhr morgens statt und dauern durchschnittlich 30 Minuten.

### 2.3.1.2 Retro Meeting

Diese Treffen finden einmal pro Woche statt und ermöglichen jedem Teamentwickler, die guten und schlechten Punkte der vergangenen Woche zum Ausdruck zu bringen. Dies gibt Rückmeldung über die Stimmung im Team. Sie finden jeden Donnerstag um 13.00 Uhr statt und dauern durchschnittlich 45 Minuten.

### 2.3.1.3 Kanban board

Die Verfolgung unserer Sprint-Tickets erfolgt über eine Kanban-Tafel. Es handelt sich dabei um ein agiles Projektmanagement-Tool, das dazu dient, die Arbeit zu visualisieren, die laufende Arbeit zu begrenzen und die Effizienz zu maximieren. Unsere Tabelle besteht aus 6 Spalten:

- **Backlog:** Tickets geplant, aber nicht bearbeitet
- **Open:** Tickets, die im aktuellen Sprint erledigt werden müssen
- **On Hold:** Geplante, aber für unbestimmte Zeit blockiertes Ticket
- **In Progress:** Die Tickets, die realisiert werden
- **Review:** Tickets, die derzeit einer Code Review unterzogen werden
- **Closed:** Tickets, die validiert und im Entwicklungszweig zusammengeführt wurden

Jedes Ticket muss begleitet sein von:

- **Ein Story point:** es handelt sich um eine Zahl zwischen 1 und 8, die der geschätzten Anzahl der Stunden entspricht, die für die Erstellung des Tickets benötigt werden
- **eine Priorität:** dem Ticket muss Vorrang eingeräumt werden (low, medium oder high)

### 2.3.2 Tools

Wir verwalten all diese Prozesse sowie die Verwaltung des Codes mit verschiedenen Tools:

#### 2.3.2.1 Git

Git<sup>14</sup> ist ein freies und quelloffenes verteiltes Versionskontrollsystem. Es handelt sich um ein einfaches und leistungsfähiges Tool, dessen Hauptaufgabe darin besteht, die Entwicklung der Inhalte einer Baumstruktur zu verwalten.

Git ist das Tool, aber um ein kollaboratives Projekt richtig zu verwalten, braucht das Team einen Arbeitsablauf. Das Team hat sich für Gitflow<sup>15</sup> entschieden. Dieses Workflow

---

<sup>14</sup><https://git-scm.com/>

<sup>15</sup><https://www.atlassian.com/git/tutorials/comparing-workflows/gitflow-workflow>

## 2 Grundlagen

definiert ein striktes branch-modell, das um eine Projekt freigabe herum entworfen wurde<sup>16</sup>.

Das innerhalb des Unternehmens verwendete Modell ist recht einfach. Es besteht aus einem "mainBranch", der die für die Code-Produktion fertige Version mit den verschiedenen Versionen enthält, den "developBranch", der dem Zweig entspricht, der sich auf alle "featureBranch" bezieht:

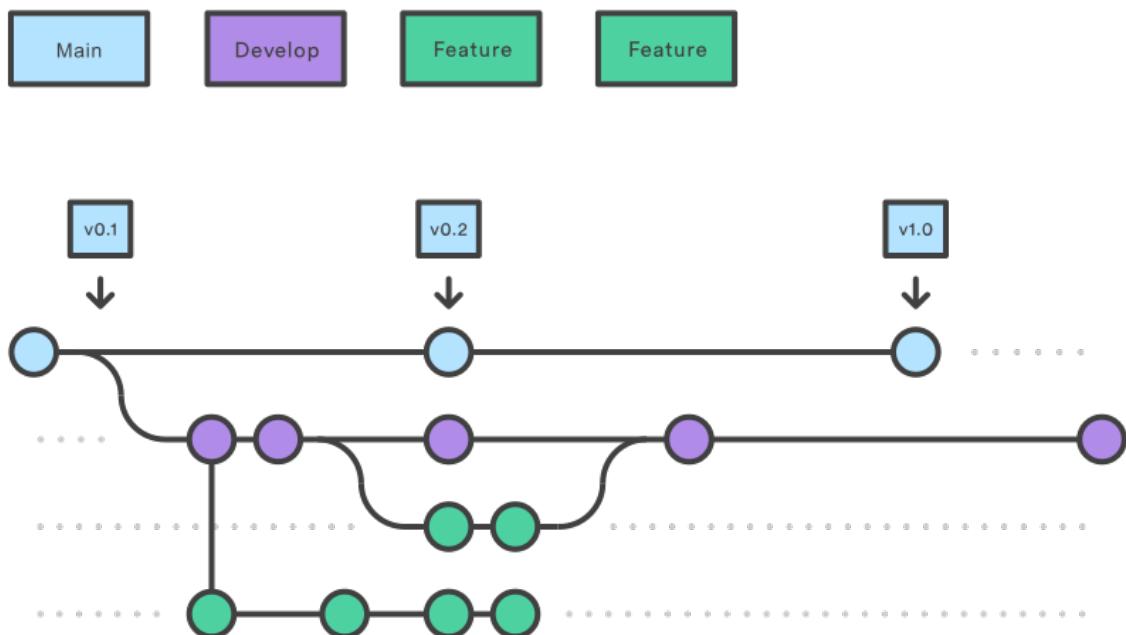


Abbildung 2.7: Schematische Darstellung eines Git-Baums, der dem Standard von gitflow entspricht

Das Cloud-Team nahm eine Änderung am Schema vor und entfernte den branch develop, der angesichts der geringen Größe des Teams nicht relevant war.

### 2.3.2.2 Slack

Die Kommunikation innerhalb der Firma erfolgt mithilfe der Slack application<sup>17</sup>. Damit können wir einander leicht anrufen und unsere Sofortnachrichten auf verschiedene Kanäle organisieren.

### 2.3.2.3 Clickup

Clickup<sup>18</sup> ermöglicht es uns, unseren agilen Prozess zu virtualisieren: Tickets, Kanban-Tafel, Sprint-Planung, Roadmap, ...

### 2.3.2.4 Google Workspace

Die Dryad-Teams verwenden Google Workspace-Tools, um die externe Kommunikation über Google Mail, die Finanzen über Google Sheets, die Speicherung verschiedener Dateien und Bilder mit Google Drive und die Bearbeitung von Textdateien mit Google Doc zu verwalten.

<sup>16</sup>Stackoverflows git-flow tag Beschreibung: <https://stackoverflow.com/questions/tagged/git-flow>

<sup>17</sup><https://slack.com/>

<sup>18</sup><https://clickup.com/>

### 2.3.2.5 GitHub

Die Verwendung von GitHub ermöglicht es, die Git-Projekte des Unternehmens online zu hosten. Es ermöglicht uns die einfache Verwaltung unseres Quellcodes in Zusammenarbeit mit verschiedenen Features wie Code-Reviews, Veröffentlichung von npm-Paketen und kontinuierlicher Integration.

### 2.3.3 Developer Experience

Da der Tech Stack definiert ist, ist es möglich, das Projekt zu starten und etwas aufzubauen. Es kann jedoch Bedenken geben, wenn mehrere Entwickler gleichzeitig am gleichen Quellcode arbeiten (Konflikte, Code-Formatierung, Sicherstellung der Gültigkeit des Codes, ...). Deshalb ist es wichtig, bestimmte Regeln und Tools einzuführen, die es dem Entwickler ermöglichen, sich auf die eigentliche Aufgabe zu konzentrieren. Für die Schaffung dieses Projekts war es wesentlich, die folgenden Tools/Prozesse zu implementieren, um sich in einer einfachen und homogenen Entwicklungsumgebung leicht weiterentwickeln zu können.

#### 2.3.3.1 Linter

Ein Linter ist ein AnalyseTool für den statischen Code, das zur Kennzeichnung von Programmierfehlern, Bugs, stilistischen Fehlern und verdächtigen Konstrukten verwendet wird. Es wurde beschlossen, den eslint<sup>19</sup> Javascript-Linter wegen seiner Popularität und seiner verschiedenen, leicht konfigurierbaren Plugins zu verwenden (Angular<sup>20</sup>, TypeScript<sup>21</sup>, ...).

Eslint erlaubt es, den von jedem Entwickler geschriebenen Code zu homogenisieren. So ist die Einrückung für alle gleich, ebenso wie Zeilenumbrüche, Leerzeichen, variable Notation, usw...

```
> NX Ran target lint for project silvanet-web (7s)
With additional flags:
  --fix=true

✗ 1/1 failed
✓ 0/1 succeeded [0 read from cache]

marker.ts
  45:7  error  'justAnUnusedVariable' is assigned a value but never used  @typescript-eslint/no-unused-vars
✖ 1 problem (1 error, 0 warnings)
```

Abbildung 2.8: Beispiel für die Linter-Ausführung, die einen Fehler im Terminal zurückgibt

#### 2.3.3.2 TypeScript

TypeScript ist ein Tool, das entwickelt wurde, um Entwicklern die einfache Realisierung von JavaScript-Projekten zu erleichtern. Da es aber sehr anpassungsfähig ist, muss jedoch bekannt sein, was von diesem Tool erwartet wird und wie es verwendet werden soll.

Es wurde daher beschlossen, TypeScript mit einer hohen Anforderung zu konfigurieren. Daher muss alles typisiert werden (Variablen, Funktionen, Parameter), damit jeder Ent-

<sup>19</sup><https://github.com/eslint/eslint>

<sup>20</sup><https://github.com/angular-eslint/angular-eslint>

<sup>21</sup><https://github.com/typescript-eslint/typescript-eslint>

## 2 Grundlagen

wickler leichter verstehen kann, was an jeder Stelle im Code geschieht. Darüber hinaus ist der "beliebige" Typ verboten, da er die Verwendung von TypeScript überflüssig macht.

Dies mag dem DX-Prinzip zuwiderlaufen, da es anfangs viele Einschränkungen mit sich bringt, aber nach einer kurzen Anpassungszeit kommen die Vorteile eines stark typisierten Codes schnell zum Tragen und verbessern die Erfahrung des Entwicklers erheblich.

### 2.3.3.3 Drone CI

In jedem Beruf ist es sehr ärgerlich, immer wieder die gleichen Aufgaben auszuführen. In der Entwicklungswelt müssen wir zum Beispiel sicherstellen, dass der zur Produktion geschickte Code dem Linters-Standard entspricht, sich problemlos kompilieren lässt und vorher alle Tests besteht. Ständig darauf achten zu müssen, sie nicht zu vergessen, belastet die Entwickler unnötig mental.

Aus diesem Grund verwendet das Unternehmen ein kontinuierliches Integrations-Tool, Drone CI<sup>22</sup>. Es ist sehr kompatibel mit GitHub und ermöglicht, bestimmte Aufgaben auszuführen, wenn Code auf GitHub gepusht wird.

Seine große Stärke ist die Einfachheit der Konfiguration. Es muss nämlich nach der Verknüpfung von travis mit dem GitHub-Projekt nur noch eine einfache `.drone.yml`-Datei an der Root des Projekts erstellt und bearbeitet werden.

## 2.4 Ergonomie und User Experience

Es gibt heute viele Möglichkeiten, eine Benutzeroberfläche zu präsentieren. Viele Schnittstellen vermitteln jedoch den Eindruck, dass sie schwer zu erforschen und zu nutzen sind, und es ist schwierig, das ursprüngliche Ziel zu erreichen. So mussten Konzepte erstellt werden, um einerseits eine Schnittstelle zu entwerfen und andererseits eine Schnittstelle, die von einem Menschen genutzt wird, so zu bewerten, dass sie effektiv, effizient und mit denen die Nutzer zufrieden sein werden. So entstanden zwei Designkonzepte, die seither allgemein verwendet werden: Ergonomie und User Experience (UX) von Schnittstellen.

### 2.4.1 Ergonomie

Ergonomie kann definiert werden als "Ausmaß, in dem ein Produkt von bestimmten Benutzern verwendet werden kann, um bestimmte Ziele mit Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit in einem bestimmten Nutzungskontext zu erreichen"[5]. Da es sich um eine recht umfassende und allgemeine Definition handelt, kann man sie in zwei Konzepte unterteilen.

Eine der Konzeptionen ist, dass sich die Ergonomie auf Maßnahmen konzentrieren sollte, die mit der Erfüllung der übergeordneten Ziele der Aufgabe zusammenhängen. Dies beinhaltet Techniken zur summariven Bewertung oder messbasierten Bewertung, sowohl objektive als auch subjektive Schnittstellen.

Die andere Konzeption ist, dass sich die Praktiker auf die Erkennung und Beseitigung von Problemen der Benutzerfreundlichkeit konzentrieren sollten.

### 2.4.2 User Experience

Während die Ergonomie also technisch und wissenschaftlich orientiert ist, um einen Benutzer bei der Ausführung einer Aufgabe zu bewerten, ist die UX emotionaler.

---

<sup>22</sup><https://www.drone.io/>

## *2.4 Ergonomie und User Experience*

So sind instrumentelle Attribute wie Effizienz und Effektivität immer noch wichtig, aber hauptsächlich in dem Maße, in dem sie emotionale Ergebnisse wie Zufriedenheit, Vertrauen und wahrgenommene Schönheit beeinflussen, mit daraus resultierenden Auswirkungen auf das Ergebnisverhalten wie z. B. wiederholte Käufe und Weiterempfehlung an andere Nutzer.

UX nach Geoffrey Crofte [2] ist daher ganzheitlich und zeitlich orientiert, d. h. vor, während und nach der Nutzung der Schnittstelle. Daher konzentriert sich UX auf die Faktoren, die auf die Nutzung einer Schnittstelle folgen:

- das soziale Image der erwarteten Erfahrung
- die Erinnerung an vergangene Erlebnisse
- das soziale Teilen von Erfahrungen
- die Kontinuität des Service
- die Erinnerung an die durchgeführte Erfahrung



# 3 Analyse

## 3.1 Zielsetzung

Das Ziel dieser Thesis ist die methodische Analyse der Webschnittstelle zur Steuerung eines Silvanet-Systems, um dem Benutzer eine möglichst benutzerfreundliche, effiziente und zugängliche Erfahrung zu bieten. Der Nutzer sollte in der Lage sein, die Funktionsweise der Schnittstelle schnell und einfach zu erforschen und zu verstehen, abhängig von seinem Wissen über das System oder die Welt der Informatik im Allgemeinen und seiner Kultur.

Dazu kommt die Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu interaktiven Karten, die in der Anwendung massiv eingesetzt werden, um Sensoren zu lokalisieren und schnell den Status eines Ortes zu erfahren. So kann der Nutzer schnell und in Echtzeit den Status eines bestimmten Standorts oder mehrerer Standorte je nach Zoomstufe der Karte verfolgen. Jeder Standort kann aus Tausenden von Sensoren bestehen, die über mehrere Hektar verteilt sind. Die Karte muss diese Punktdichte so verwalten, dass sie lesbar bleibt und dem Nutzer einfach die relevanten Daten liefert.

Schließlich wird eine Forschungsarbeit durchgeführt, um das Krisenmanagement zu verbessern. Dies betrifft insbesondere das Szenario eines Waldbrandes, bei dem der Nutzer die Behörden warnen und gleichzeitig eine Überpanik vermeiden muss. Die Schnittstelle muss daher in der Lage sein, den Benutzer schnell und effektiv über die Art der Gefahr zu informieren und ihn bei der Ausführung seiner Rolle zur Behebung der Gefahr zu leiten.

## 3.2 Ergonomische Inspektion

Eine der relevanten Aufgaben, die zu Beginn der Analyse einer Schnittstelle durchgeführt werden muss, ist eine ergonomische Inspektion der Schnittstelle. Diese Aufgabe erfordert nur das Wissen, das für diese Bewertung erforderlich ist, keine Drittparteien oder externen Benutzer.

Für diese Inspektion werde ich mich hauptsächlich auf die ergonomischen Kriterien stützen, die von J. M. C. Bastien und D. L. Scapin in ihrem Artikel *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces*[1]. Diese Kriterien, die in acht Punkte unterteilt sind, wurden entwickelt, um die Dimensionen der Funktionalität einer Schnittstelle zu definieren und zu operationalisieren.

Sie können folgendermaßen zusammengefasst werden:

### 3 Analyse

Name	Beschreibung	Unterkriterien
Guidance	Mittel, die zur Verfügung stehen, um die Benutzer während ihrer Interaktion mit einem Computer zu beraten, zu orientieren, zu informieren, anzuweisen und zu leiten	Prompting, Grouping/Distinction of Items, Immediate Feedback, Legibility.
Workload	betrifft alle Schnittstellenelemente, die eine Rolle bei der Verringerung der wahrnehmungsbedingten oder kognitiven Belastung der Nutzer und bei der Steigerung der Dialogeffizienz spielen.	Brevity, Information Density
Explicit Control	Verarbeitung expliziter Benutzeraktionen durch das System und die Kontrolle, die die Benutzer über die Verarbeitung ihrer Aktionen durch das System ausüben.	Explicit User Action, User Control
Adaptability	Fähigkeit, sich kontextabhängig und entsprechend den Bedürfnissen und Vorlieben der Nutzer zu verhalten	Flexibility, User Experience
Error Management	Vorbeugung und Reduzierung von Fehlern und Behebung von Fehlern, wenn sie auftreten	Error Protection, Quality of Error Messages, Error Correction
Consistency	die Art und Weise, in der Entscheidungen für das Schnittstellendesign in ähnlichen Kontexten beibehalten werden und in unterschiedlichen Kontexten anders ausfallen	
Significance of Codes	Beziehung zwischen einem Begriff und/oder einem Zeichen und seiner Referenz.	
Compatibility	Übereinstimmung zwischen den Merkmalen der Benutzer und den Merkmalen der Aufgabe sowie die Organisation der Ausgaben, Eingaben und des Dialogs für eine bestimmte Anwendung,	

Tabelle 3.1: Zusammenfassung der ergonomischen Kriterien von Bastien und Scapin

Die Inspektion wurde über einen Zeitraum von zwei Wochen durchgeführt. Die Methodik bestand darin, für jedes Kriterium alle Seiten der Benutzeroberfläche durchzugehen und Mängel zu identifizieren. Die kritischsten Punkte werden in den nächsten Abschnitten nach Kriterienkategorien geordnet dargestellt. Den vollständigen Bericht (pdf-Version in Englisch) finden Sie in den Details im Anhang .1.

### 3.3 Benutzertests

### 3.4 Benutzerumfrage über die Feuerwehr-Community

## **4 Konzeption**

**4.1 Verwenden eines Dashboards für schnelle Entscheidungsfindung**

**4.2 Verhalten einer interaktiven Karte beim Zoomen und Auszoomen**

**4.3 Präsentation von Daten in Stresszeiten**



# **5 Implementierung**

**5.1 Entwicklung eines Benutzers Fragebogens**

**5.2 Geschichtete Darstellung auf interaktiver Karte**



## **6 Evaluation**



## **7 Diskussion**



## **8 Zusammenfassung und Ausblick**

### **8.1 Zusammenfassung**

### **8.2 Ausblick**



# Literatur

- [1] J. M. C. Bastien und D. L. Scapin. „Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces“. In: (1993).
- [2] Geoffrey Crofte. „Ergonomie des interfaces et Expérience Utilisateur“. In: (2017).
- [3] San-Miguel-Ayanz J, Durrant T, Boca R, Maianti P, Liberta' G, Artes Vivancos T, Jacome Felix Oom D, Branco A, De Rigo D, Ferrari D, Pfeiffer H, Grecchi R und Nuijten D. „Advance report on wildfires in Europe, Middle East and North Africa 2021“. In: KJ-NA-31028-EN-N (online) (2022). ISSN: 1831-9424 (online). DOI: 10.2760/039729 (online).
- [4] Ralph E. Johnson und Brian Foote. „Designing Reusable Classes“. In: *Journal of Object-Oriented Programming* (1988).
- [5] J. R. Lewis und J. Sauro. „Usability and User Experience: Design and Evaluation“. In: (2021).
- [6] Christopher Nance. „TypeScript Essentials“. In: *Packt Publishing Ltd* (2014), S. 27–31.
- [7] Austin Riegsecker. „Measuring Environmental Effects on LoRa Radios in Cold Weather Using 915 MHz“. Diss. Dez. 2017.
- [8] Ken Schwaber und Jeff Sutherland. „The Scrum Guide“. In: (2010).



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Schematisierung einer Star-of-Stars-Netzwerk-Architektur, bestehend aus <i>Nodes</i> und <i>Gateways</i> , die vom LoRaWAN-Standard verwendet wird[7] . . . . .	3
2.2	Schematische Darstellung des LoRaWAN-Netzwerks, das die verschiedenen Sensoren mit dem Cloud-System verbindet. . . . .	4
2.3	ein luftschnüffelnder Sensor, der ein Silvanet-Netzwerk bildet . . . . .	4
2.4	<a href="https://www.tothenew.com/blog/optimization-of-angularjs-single-page-applications-for-web-crawlers/">https://www.tothenew.com/blog/optimization-of-angularjs-single-page-applications-for-web-crawlers/</a> . . . . .	5
2.5	Liste der beliebtesten Programmier-, Skript- und Auszeichnungssprachen im Jahr 2022 . . . . .	6
2.6	Stackoverflow Survey 2022: Beliebteste Web-Frameworks . . . . .	7
2.7	Schematische Darstellung eines Git-Baums, der dem Standard von gitflow entspricht . . . . .	10
2.8	Beispiel für die Linter-Ausführung, die einen Fehler im Terminal zurückgibt	11

# Tabellenverzeichnis

2.1	Beispiel für die Deklaration von Styles in CSS und SASS . . . . .	8
3.1	Zusammenfassung der ergonomischen Kriterien von Bastien und Scapin .	16

# Listings



# Abkürzungsverzeichnis

**CSS** Cascading Style Sheets

**DOM** Document Object Model

**NPM** Node Package Manager

**SASS** Syntactically Awesome StyleSheets

**UX** User Experience



# **Anhang**



*.1 Notizen aus der ergonomischen Inspektion der Webschnittstelle (Englisch)*

## **.1 Notizen aus der ergonomischen Inspektion der Webschnittstelle (Englisch)**

# Ergonomic inspection

This document refers to inspection on the dryad web application using the criteria of the research "[Ergonomic criteria for the evaluation of Human-computer Interfaces](#)" by BASTIEN and SCAPIN. The flow is the following. I will take all criteria in order and will check that the current interface respects them and if not propose a way to fix it.

<b>1. Guidance</b>	<b>5</b>
1.1. Prompting	5
1.1.1. Specify the use of the asterisk in the forms	5
1.1.1.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	5
1.1.1.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	5
1.1.2. Clear password format requirements	5
1.1.2.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	5
1.1.2.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	5
1.1.3. Use clear form labels	5
1.1.3.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	5
1.1.3.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	6
1.1.4. Avoid icons only labels	6
1.1.4.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	6
1.1.4.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	6
1.1.5. Define latitude/longitude data format in inputs label	6
1.1.5.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	6
1.1.5.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	6
1.1.6. Define weight data format in inputs label	7
1.1.6.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	7
1.1.6.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	7
1.1.7. Define min/max length on textarea with current status	7
1.1.7.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	7
1.1.7.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	7
1.1.8. Provide a title for each window	8
1.1.8.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	8
1.1.8.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	8
1.1.9. Disable next step in stepper	8
1.1.9.1. <input checked="" type="checkbox"/> Problem	8
1.1.9.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	9
1.2. Grouping/Distinction by Location	9
1.2.1. Organize "Active sensors" in the dashboard total sensors area	9

1.2.1.1.  Problem	9
1.2.1.2.  Solution	9
1.2.2. Better localisation for filters menu	9
1.2.2.1.  Problem	9
1.2.2.2.  Solution	10
1.3. Grouping/Distinction by Format	10
1.3.1. Use common edition flow	10
1.3.1.1.  Problem	10
1.3.1.2.  Solution	11
1.3.2. Use unique design for Gateway/Site/SensorNode name	11
1.3.2.1.  Problem	11
1.3.2.2.  Solution	11
1.3.3. Add UI design for a specific role	12
1.3.3.1.  Problem	12
1.3.3.2.  Solution	12
1.4. Immediate Feedback	12
1.4.1. Better feedback for submit button	12
1.4.1.1.  Problem	12
1.4.1.2.  Solution	13
1.4.2. Add loading animation to site area	13
1.4.2.1.  Problem	13
1.4.2.2.  Solution	13
1.4.3. Add loading animation when fetching data	13
1.4.3.1.  Problem	13
1.4.3.2.  Solution	13
1.5. Legibility	14
1.5.1. Avoid line return in text	14
1.5.1.1.  Problem	14
1.5.1.2.  Solution	14
<b>2. Workload</b>	<b>14</b>
2.1. Brevity / Concision	15
2.1.1. Use proper area units	15
2.1.1.1.  Problem	15
2.1.1.2.  Solution	15
2.2. Brevity / Minimal Actions	15
2.2.1. Be able to request a particular page directly	15
2.2.1.1.  Problem	15
2.2.1.2.  Solution	15
2.2.2. Add routing functionality to the map	16
2.2.2.1.  Problem	16

2.2.2.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	16
2.3. Information Density	16
2.3.1. Reduce/improve density of a site overview	16
2.3.1.1. <input type="checkbox"/> Problem	16
2.3.1.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	17
2.3.1.3. <input type="checkbox"/> Problem	18
2.3.1.4. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	18
<b>3. Explicit Control</b>	<b>19</b>
3.1. Explicit User Action	20
3.1.1. Don't save data on alert modal close	20
3.1.1.1. <input type="checkbox"/> Problem	20
3.1.1.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	20
3.2. User Control	20
3.2.1. Add an Undo button when changing a sensor fire alert state	20
3.2.1.1. <input type="checkbox"/> Problem	20
3.2.1.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	20
<b>4. Adaptability</b>	<b>21</b>
4.1. Flexibility	22
4.1.1. Customize sites design	22
4.1.1.1. <input type="checkbox"/> Problem	22
4.1.1.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	22
4.1.2. Customize what happened in case of fire	22
4.1.2.1. <input type="checkbox"/> Problem	22
4.1.2.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	22
4.1.3. Localisation	22
4.1.3.1. <input type="checkbox"/> Problem	22
4.1.3.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	22
4.1.4. Customize the units and format	23
4.1.4.1. <input type="checkbox"/> Problem	23
4.1.4.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	23
4.1.5. Customize sidebar layout	23
4.1.5.1. <input type="checkbox"/> Problem	23
4.1.5.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	23
4.2. User Experience	24
4.2.1. Add advanced search bar	24
4.2.1.1. <input type="checkbox"/> Problem	24
4.2.1.2. <input checked="" type="checkbox"/> Solution	24
<b>5. Error Management</b>	<b>25</b>
5.1. Error Protection	26
5.1.1. Disable draggable gateway in "edit Gateway"	26

5.1.1.1.  Problem	26
5.1.1.2.  Solution	26
5.1.2. Better input validation	26
5.1.2.1.  Problem	26
5.1.2.2.  Solution	26
5.2. Quality of Error Messages	26
5.2.1. Improve error messages	26
5.2.1.1.  Problem	26
5.2.1.2.  Solution	26
5.2.2. Add report a bug option when "Unknown error" occurs in request	27
5.2.2.1.  Problem	27
5.2.2.2.  Solution	27
5.3. Error Correction	27
<b>6. Consistency</b>	<b>28</b>
6.1. Consistency	28
6.1.1. Keep fire icons consistent	28
6.1.1.1.  Problem	28
6.1.1.2.  Solution	28
6.1.2. Keep action buttons format consistent	28
6.1.2.1.  Problem	28
6.1.2.2.  Solution	28
6.1.3. Use common design for entity amount	29
6.1.3.1.  Problem	29
6.1.3.2.  Solution	29
<b>7. Significance of Codes</b>	<b>30</b>
7.1. Significance of Codes	30
<b>8. Compatibility</b>	<b>30</b>
8.1. Compatibility	31
8.1.1. Update lat/long together	31
8.1.1.1.  Problem	31
8.1.1.2.  Solution	31

# 1. Guidance

## 1.1. Prompting

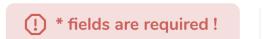
### 1.1.1. Specify the use of the asterisk in the forms

#### 1.1.1.1. ✗ Problem

It's actually not obvious for every users what (\*) means in a form.

#### 1.1.1.2. ✓ Solution

Simply add an explanation message at the top like “Fields with the symbol (\*) are required!”.

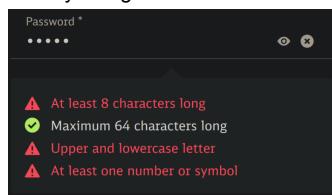


### 1.1.2. Clear password format requirements

#### 1.1.2.1. ✗ Problem

#### 1.1.2.2. ✓ Solution

Show to user what's missing or not by using a list:



### 1.1.3. Use clear form labels

#### 1.1.3.1. ✗ Problem

Some forms labels are not clear for new clients like:

- In add user form: **Ns role, role, client**
- In add experiment form: **Hotplate Temp**

#### 1.1.3.2. Solution

If the label is not clear → add a little explanation of what is expected in a simple helper text or a helper tooltip:

- Example of input with helper text



- Example of input with helper tooltip



#### 1.1.4. Avoid icons only labels

##### 1.1.4.1. Problem

The icons can be interpreted in different ways from one user to another. Here is an example of confusing interface:

Last sending alert sensor	
	03.05.2022
	10:07:40
	27b2
	52.85683
	13.760759

Sensor data presented in the alert center at <http://localhost:4200/alert-centre>

##### 1.1.4.2. Solution

In order to avoid interrogation or misinterpretation by the user, it is recommended to add a textual label next to the icon.

#### 1.1.5. Define latitude/longitude data format in inputs label

##### 1.1.5.1. Problem

Some forms input like for latitude/longitude, the desired format is not specified.

##### 1.1.5.2. Solution

Specify in the label what the required format is like:

### 1.1.6. Define weight data format in inputs label

#### 1.1.6.1. ✗ Problem

The Burn Material Amount input is not clear:

#### 1.1.6.2. ✓ Solution

Simplest solution would be to specify in the label what the required format is like:

Another solution is to provide an input with a dropdown addon like:

### 1.1.7. Define min/max length on textarea with current status

#### 1.1.7.1. ✗ Problem

Long text inputs have probably a min or max length required. The user needs to be informed about it which is currently not the case on several textareas like:

- Edit gateway popup at <http://localhost:4200/messages>

#### 1.1.7.2. ✓ Solution

Specify in the label or in a helper text below the rules and the current status like for example:

Message \*

  Lorem ipsum dolor

Minimum 50 expected characters (currently 17)

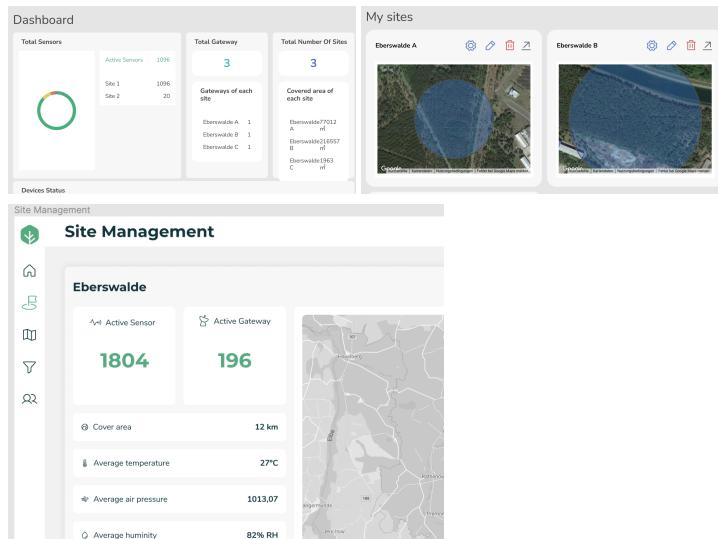
### 1.1.8. Provide a title for each window

#### 1.1.8.1. ✗ Problem

Good prompting guides the users to navigate in the application. Currently there is no title on each app window. For a new user it could be confusing what the current opened window is.

#### 1.1.8.2. ✓ Solution

Adding a title (h1) on each windows help the user to easily keep track on his location:



### 1.1.9. Disable next step in stepper

#### 1.1.9.1. ✗ Problem

When using a stepper component (see in “add a device” in <http://localhost:4200/sites>), the next step or other steps are clickable.

#### 1.1.9.2. Solution

If some steps are required make the following disabled to keep consistency with the “next” button.

---

## 1.2. Grouping/Distinction by Location

### 1.2.1. Organize “Active sensors” in the dashboard total sensors area

#### 1.2.1.1. Problem

An hierarchical list should be organized according to a defined parameter which is not clear when observing the mockup.

#### 1.2.1.2. Solution

Order the sites alphabetically or according to the number of sensors. The best case would be to let the user sort the sites when clicking on the label and symbolize the order with a simple arrow like:

STATUS ↓	PROJECT	TEAM
----------	---------	------

### 1.2.2. Better localisation for filters menu

#### 1.2.2.1. Problem

The filter options are on the same level as the section title. It's good enough for tiny lists but if it grows then it can be hard to see the hierarchy.

### Filter by devices

Gateways

Sensors

### Filter by sites

Eberswalde A

Eberswalde B

Eberswalde C

#### 1.2.2.2. ✓ Solution

Just adding a tiny more padding helps the human eyes to visualize a hierarchy. Additionally to that, a system of collapse can be used with the help of a chevron icon to improve the presence of a hierarchy to the user.

### v Filter by devices

Gateways

Sensors

### > Filter by sites

---

## 1.3. Grouping/Distinction by Format

### 1.3.1. Use common edition flow

#### 1.3.1.1. ✗ Problem

In some areas in the app, the “edition” action flow is done in several ways. That should be normalized. Here are some non-normalized modal:

- In the “Update payload format” at <http://localhost:4200/sites>

-

### 1.3.1.2. Solution

Use the more common flow which is to open a modal with a submit button.

## 1.3.2. Use unique design for Gateway/Site/SensorNode name

### 1.3.2.1. Problem

On multiple views there is the display of names of devices. However the names are presented as pure text and in some cases (like in <http://localhost:4200/messages>) it's really hard to identify what the name relates to.

### 1.3.2.2. Solution

Adding a simple/lean design to device names according to its type will help the user to read a dense interface.

Device	Site	Device type
Eberswalde BG xBvvX	Eberswalde A	Gateway
Eberswalde SN ofUAI	Eberswalde A	SensorNode

*List of devices as pure text*

Device	Site	Device type
Eberswalde BG xBvvX	Eberswalde A	Gateway
Eberswalde SN ofUAI	Eberswalde A	SensorNode

*List of the same devices with it's matching device type format*

The chosen format can be then used across the different pages/views:





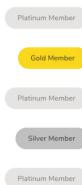
### 1.3.3. Add UI design for a specific role

#### 1.3.3.1. ✗ Problem

The users table at <http://localhost:4200/users> is just composed of string without any visual help.

#### 1.3.3.2. ✓ Solution

The table can be improved by using an additional UI design for the roles like the following:



*Example from <https://dribbble.com/shots/8573883-Restoranku-Discount-Member-Dashboard>*

---

## 1.4. Immediate Feedback

### 1.4.1. Better feedback for submit button

#### 1.4.1.1. ✗ Problem

When the submit button is clicked, no feedback is provided to the user. For most cases the action is done pretty quickly but the case can occur that the action takes time (bad connexion for example) and the user needs to be informed that the application is processing. That concerns:

- Edit Site popup at <http://localhost:4200/sites> when clicking submit
- Link new payload popup at <http://localhost:4200/sites> when clicking submit

#### 1.4.1.2. Solution

After a click on a submit button, an animation should be triggered on the button or an overlay until the processing is done. Here is an example of a loading animation on a button:



#### 1.4.2. Add loading animation to site area

##### 1.4.2.1. Problem

The different devices of a site are fetched at a specific zoom level. However, if the internet connection is not fast enough, the user has no feedback that a request takes place in the background.



*With slow wifi connection, the user zooms in the site (blue area) but nothing seems to happen. Only after several seconds the sensors are visible.*

##### 1.4.2.2. Solution

Adding a loading animation on the site area will indicate to the user that something is processing. An UI example can be waves coming from the center of the circle zone like this <https://cdn.dribbble.com/users/26878/screenshots/3777480/39-location.gif>.

#### 1.4.3. Add loading animation when fetching data

##### 1.4.3.1. Problem

There is no loading feedback during the fetch of

- The sites in <http://localhost:4200/sites>
- The sites in the filters in <http://localhost:4200/messages>
- The devices in the table at <http://localhost:4200/messages>
- The users in the table at <http://localhost:4200/users>
- The settings in the table at <http://localhost:4200/settings>
- The gateways and sites at <http://localhost:4200/dashboard>
- The Contact SOS modal at <http://localhost:4200/alert-centre>

#### 1.4.3.2. Solution

Add some nice loading like skeletons (see <https://primefaces.org/primeng/skeleton>):



*Example of a card skeleton component*

---

## 1.5. Legibility

### 1.5.1. Avoid line return in text

#### 1.5.1.1. Problem

From the recommendation: "When space for text display is limited, display a few long lines of text rather than many short lines of text".

#### 1.5.1.2. Solution

Avoid as much possible to have line return in the interface like in:

- Site descriptions at <http://localhost:4200/alert-centre>
- Table header in site planning at <http://localhost:4200/packet/18>
- Values in table at <http://localhost:4200/settings>
- Values in "Update payload format" table at <http://localhost:4200/sites>

## 2. Workload

### 2.1. Brevity / Concision

#### 2.1.1. Use proper area units

##### 2.1.1.1. Problem

Area size are displayed in the interface but not always with an according unit that is easy to read:

Covered area of each site

Eberswalde A	77012 m <sup>2</sup>
Eberswalde B	216557 m <sup>2</sup>
Eberswalde C	1963 m <sup>2</sup>

##### 2.1.1.2. Solution

Use proper units like km<sup>2</sup>, ha, ... according to the order of size (also a good idea would be to let the user choose between m<sup>2</sup> and ha). See in:

- In the dashboard at <http://localhost:4200/dashboard>
  - In a site at <http://localhost:4200/sites>
  - In the map in the site dialog (the unit used is "sq.m")
- 

### 2.2. Brevity / Minimal Actions

#### 2.2.1. Be able to request a particular page directly

##### 2.2.1.1. Problem

It's really important to limite as much as possible the steps users must go through in the application. Therefore all "important" page sections need to be accessible by a shareable URL.

##### 2.2.1.2. Solution

Provide an URL endpoint to directly access the following app sections:

- In the dashboard, the current "devices status" type should be kept in the URL as a query string to avoid the user to always click to go to the non default one

- A specific site at <http://localhost:4200/sites> so that the user doesn't need to click again on the toggle icon. A good endpoint could be `/sites/{siteid}`
- Create a site. Example of an endpoint is `/sites/_create` (the use of the underscore in `_create` is to denote that `create` is an action and not an entity id following the REST convention)
- Edit a specific site → `/sites/{siteid}/_edit`
- Delete a specific site → `/sites/{siteid}/_delete`
- In the `/messages` endpoint be sure to keep the user filters as query strings in the URL. That will allow him to share it easily to others

## 2.2.2. Add routing functionality to the map

### 2.2.2.1. Problem

There is no routing functionality in the map which makes it difficult to explore properly and share to other users. If a user jumps to a specific site or sensor, an accidental refresh of the page will forget its location on the map and the user will have to do all the travel again.

### 2.2.2.2. Solution

The map should be reactive to routing change in the scope of the `/map` endpoint. An example would be that the endpoint `/map/sites/42` makes the map jump to the given site. Here are some ideas of endpoints:

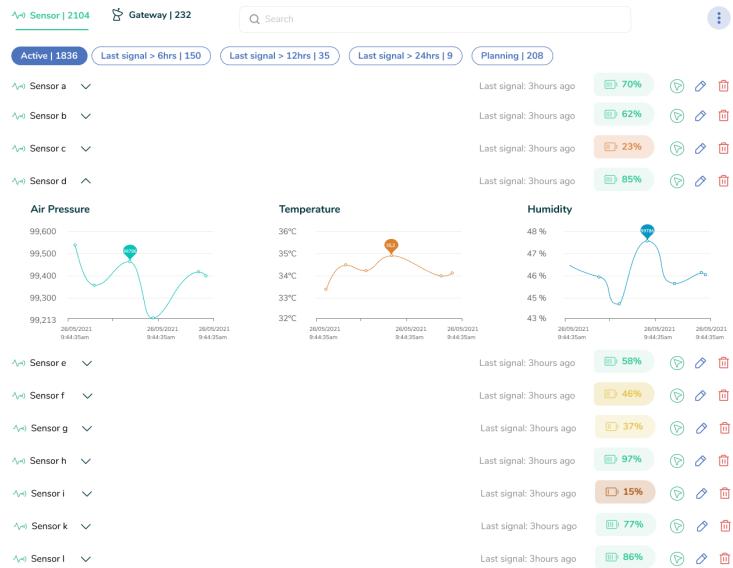
- `/map/sites/{siteid}`
  - `/map/sites/{siteid}/sensors/{sensorid}`
  - `/map/sites/{siteid}/gateways/{gatewayid}`
- 

## 2.3. Information Density

### 2.3.1. Reduce/improve density of a site overview

#### 2.3.1.1. Problem

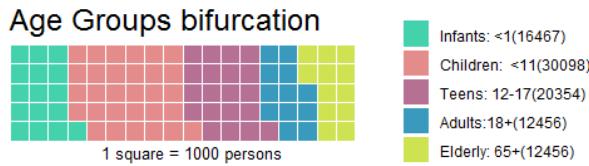
The user should be able to see all the sensors on the site. However, representing all of them as a table takes a lot of space on the interface and this without necessarily adding much advantage to the user.



*Current design of the sensors section in the dashboard.*

### 2.3.1.2. Solution

The main goal of this section should be to group the sensors according to several filters. In this case it would be nice to present the filtered devices in a way that the user can easily see some groups emerging. An interesting representation for that would be a heatmap like:

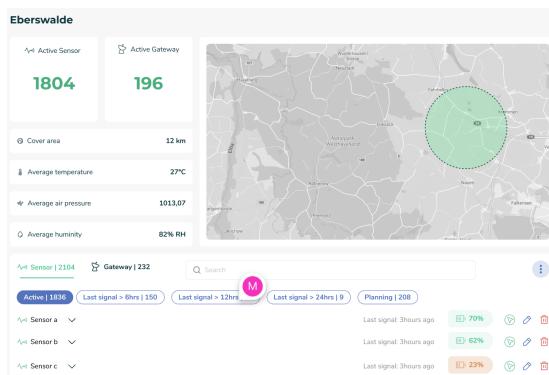


The heatmap should be able to group the sensors according to the “last signal”, “battery”, “air pressure”, “temperature” and “humidity”. The user would be then be able to select a unique sensor (one of the squares of the heatmap) to check its data more in details:

- Name
- Time since last signal
- Battery level
- Air pressure
- Temperature

## - Humidity

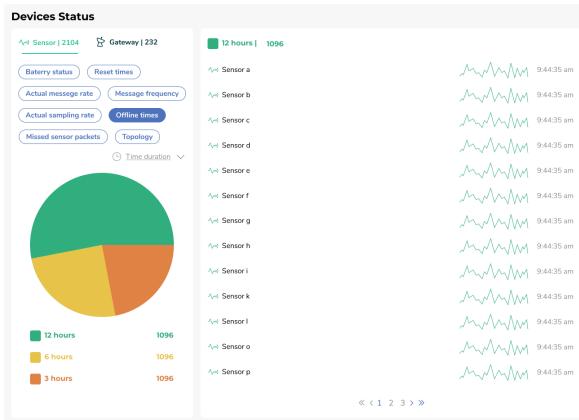
The user will be able to also select directly a group of sensors or multiple sensors. The result of that will be a similar dashboard to the one for a single sensor but with “all data for each sensor”. To do so, the “air pressure”, “temperature” and “humidity” charts are going to be a multiline chart. The representation of the “Time since last signal” and “Battery level” could then be a simple pie chart. Also when selecting a single or multiple sensors, the map above the section could be updated to present only the selected sensors:



### 2.3.1. Reduce/improve density of a dashboard sensors overview

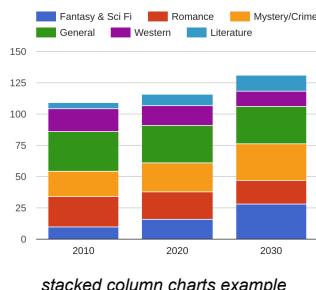
#### 2.3.1.3. X Problem

It's exactly the same issue as the one above. Here the user can't really digest all the information and draw conclusions:



#### 2.3.1.4. Solution

The different sensors data could be represented across a “stacked column charts” where every column is a site like:



*stacked column charts example*

## 3. Explicit Control

### 3.1. Explicit User Action

#### 3.1.1. Don't save data on alert modal close

##### 3.1.1.1. Problem

If you edit a gateway in a site in <http://localhost:4200/sites>, a modal opens. If you change the value of the gateway and close the popup, there is a toast message that indicates that the gateway has been updated. That's probably not what the user expected.

##### 3.1.1.2. Solution

As mentioned in the "Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces" document, an interface should "*Always require a user to take an explicit ENTER action to initiate processing of entered data*". In this case, closing a modal shouldn't have a side effect. The problem also occurs in:

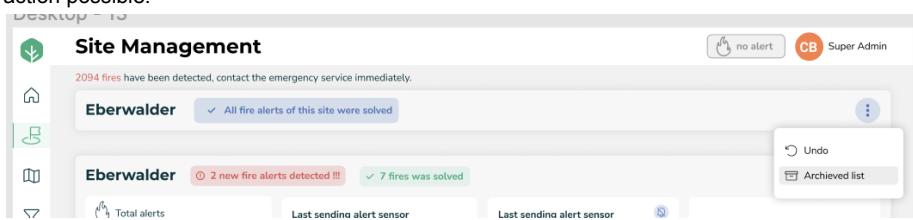
- The edit device modal at <http://localhost:4200/messages>

### 3.2. User Control

#### 3.2.1. Add an Undo button when changing a sensor fire alert state

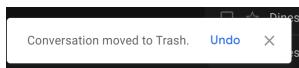
##### 3.2.1.1. Problem

When there is a fire, the alert center page at <http://localhost:4200/alert-centre> enables the user to change a state of sensors to "false alarm" for example. However when done there is no undo action possible.



### 3.2.1.2. Solution

Add an Undo action button that return to the previous state like you can see on gmail when deleting a mail:



*Example of Undo button in gmail interface*

## 4. Adaptability

### 4.1. Flexibility

#### 4.1.1. Customize sites design

##### 4.1.1.1. Problem

It's recommended to give the user as much flexibility as possible to customize an interface. Currently all the sites are listed at <http://localhost:4200/sites>. However there is no way given to the user to distinguish one site from another.

##### 4.1.1.2. Solution

Adding the possibility to customize the visual of a site in this list will definitely help users to easily distinguish each site. Here are some customization ideas:

- Change the background color of a site panel with given colors
- Change the order of the sites with a draggable sortable list
- Change the map view to a custom picture

#### 4.1.2. Customize what happened in case of fire

##### 4.1.2.1. Problem

In case of fire, it's a good idea to let the user customize what should happen for a specific site.

##### 4.1.2.2. Solution

When creating a site and in the settings page, the interface should let the user configure some actions for a given site. Here are some ideas:

- Send a push notification
- Send a sms to given numbers
- Send an email to given emails

#### 4.1.3. Localisation

##### 4.1.3.1. Problem

Dryad wants to sell products worldwide. However the current interface is in english only but all the users are not native english speakers.

#### 4.1.3.2. Solution

We should give the user the possibility to choose in which language the interface should be displayed.

### 4.1.4. Customize the units and format

#### 4.1.4.1. Problem

Worldwide some units and formats are not the same so the interface shouldn't force the user to use non common ones.

#### 4.1.4.2. Solution

The interface should let the user choose in which units/formats some data should be displayed.  
Here some concerned data:

- Date
- Time
- Distance (metric vs Customary system)
- Area
- Temperature
- Pressure
- Float number
- Volume?
- Weight and mass?

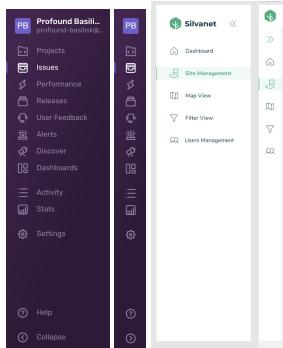
### 4.1.5. Customize sidebar layout

#### 4.1.5.1. Problem

Currently the sidebar only presents icons which can be confusing for some users that are not sure what a flag icon refers to.

#### 4.1.5.2. Solution

A simple solution is to add labels to each icons that you can collapse just like:



*Example of a collapsible sidebar from the sentry dashboard.*

## 4.2. User Experience

### 4.2.1. Add advanced search bar

#### 4.2.1.1. X Problem

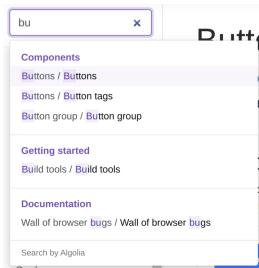
Currently there is almost only one way to go to a specific page in the app. However, an experienced user would probably like to easily go to a specific site or sensor.

#### 4.2.1.2. ✓ Solution

The app could include an advanced search bar that proposes actions to the user on inputs. Here is an example: the user start to type the name of a site → The search bar propose to:

- Sites
  - Open the site ... → the user is redirected to the sites endpoint with the right site opened
  - Open the site ...
- Map
  - Navigate to ... → the user is redirected to the map on the right site location
  - Navigate to ...

A good UI example is the algolia search bar:



*Note: this can only be done when every page has a proper router endpoint.*

## 5. Error Management

### 5.1. Error Protection

#### 5.1.1. Disable draggable gateway in “edit Gateway”

##### 5.1.1.1. Problem

In edit gateway popup, the gateway can be moved on the map without asking the user so which is really confusing and error prone.

##### 5.1.1.2. Solution

There should be an edit button to trigger the edition mode and ask the user if he agreed to move the gateway to the new location.

#### 5.1.2. Better input validation

##### 5.1.2.1. Problem

As mentioned in the paper, “*It is preferable to detect errors before validation rather than after*”.

##### 5.1.2.2. Solution

Each input in the interface should display what the error is and prevent those. Here is a list of what should be taken into account:

- No empty spaces
- No characters in number inputs
- The decimal value should be the expected one (comma vs period)

---

## 5.2. Quality of Error Messages

### 5.2.1. Improve error messages

#### 5.2.1.1. Problem

Most error messages are not descriptive enough.

#### 5.2.1.2. Solution

Improve error messages by using task-oriented wording.

#### 5.2.2. Add report a bug option when “Unknown error” occurs in request

##### 5.2.2.1. Problem

Some “Unknown errors” can happen when the frontend communicates with the backend (error 500 for example). In most cases the users can’t solve the issue by themselves and there is currently no help center.

##### 5.2.2.2. Solution

When such an error occurs, there should be a “report bug” button in the toast message that opens an email with a pre-filled title, contact and body.

The title should include:

- The site id
- What was the action

The body of the email should include the user message that explain how to reproduce the error but also the following data in a hidden section (by using html5 <details> tag):

- The request with the http verb used
- The request body
- The response's http status code
- The error message in the response

---

### 5.3. Error Correction

## 6. Consistency

### 6.1. Consistency

#### 6.1.1. Keep fire icons consistent

##### 6.1.1.1. Problem

When detecting a fire, the fire alert button is presented with the sensor icon where on the map another is used:



*Icon of a sensor used on the fire alert animation*



*Icon used in a pin to indicate the location of a fire on the map*

##### 6.1.1.2. Solution

The visual representation of an entity must be unique as much as possible to facilitate its memorization and thus allow a faster recognition later on. That's why it would be recommended to use the flame icon on each fire related UI as the sensor icon is already used to represent a sensor.

#### 6.1.2. Keep action buttons format consistent

##### 6.1.2.1. Problem

The main action buttons like **EDIT** or **DELETE** have different layout/design in pages:

- /experiments in tab **training**
- /experiments in tab **experiment**

##### 6.1.2.2. Solution

Respect on those pages the original design: Big Icons in a button with no background-color or border. Actions should always be displayed (not just on mouse hover).



### 6.1.3. Use common design for entity amount

#### 6.1.3.1. ✗ Problem

The interface often presents an entity with its amount. However the design of the amount is not always the same and that doesn't help the user to easily identify it. An example is the difference between the amount of the devices and the fire alarm. One is presented as a badge and the other just display the amount next to it:



#### 6.1.3.2. ✓ Solution

A decision should be made to determine which format to use when presenting an amount. The badge seems to be a good candidate for that.

## **7. Significance of Codes**

### **7.1. Significance of Codes**

## 8. Compatibility

### 8.1. Compatibility

#### 8.1.1. Update lat/long together

##### 8.1.1.1. Problem

It's common for a user to work with latitude and longitude together as. However in some inputs the latitude and longitude can be edited separately.

##### 8.1.1.2. Solution

A user will be able to modify a single latitude or longitude, but the form should always present both as it's more natural.

## **Kolophon**

Dieses Dokument wurde mit der L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Vorlage für Abschlussarbeiten an der htw saar im Bereich Informatik/Mechatronik-Sensortechnik erstellt (Version 1, Juni 2022). Die Vorlage wurde von Yves Hary und André Miede entwickelt (mit freundlicher Unterstützung von Thomas Kretschmer, Helmut G. Folz und Martina Lehser). Daten: (F)10.95 – (B)426.79135pt – (H)688.5567pt