

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

1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Aufgabenbeschreibung und Ziele	1
1.3 Aufbau der Thesis	1
2 Grundlagen	3
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	7
2.2.5 Npm	7
2.2.6 SASS	8
2.2.7 Angular Routing	8
2.2.8 Design System (PrimeNg)	9
2.3 Tools und Arbeitsabläufe	10
2.3.1 Scrum	11
2.3.2 Tools	11
2.3.3 Developer Experience	13
2.4 Ergonomie und User Experience	14
2.4.1 Ergonomie	14
2.4.2 User Experience	15
3 Analyse	17
3.1 Zielsetzung	17
3.2 Ergonomische Inspektion	17
3.2.1 Guidance	18
3.2.2 Workload	22
3.2.3 Explicit Control	23
3.2.4 Adaptability	24
3.2.5 Error Management	26
3.2.6 Consistency	27
3.2.7 Schlussfolgerungen	28
3.3 Benutzertests	28
3.3.1 Festlegung der Testabdeckung	28
3.3.2 Methoden für Usability-Tests	32
3.3.3 Aufbau von Usability-Tests	34
3.3.4 Ablauf der Usability-Tests	36
3.3.5 Ergebnis der Benutzertests	39
3.4 Benutzerumfrage über die Feuerwehr-Community	42
3.4.1 Definition des Fragebogenumfangs	43
3.4.2 Aufbau des Fragebogens	46
3.4.3 Teilen des Fragebogens	47

3.4.4 Ergebnis des Fragebogens	48
3.5 Zusammenfassung	48
4 Konzeption	51
4.1 Standardisierung der Schnittstellennavigation	51
4.1.1 Lokalisierung von Seiten	51
4.1.2 Übersichtliches Navigationssystem	53
4.1.3 Hierarchie der Anwendung	55
4.2 Gezielte ergonomische Verbesserungen	59
4.3 Neudeinition des Verhaltens von interaktiven Karten	59
5 Implementierung	61
5.1 Entwicklung eines Benutzers Fragebogens	61
5.2 Geschichtete Darstellung auf interaktiver Karte	61
6 Evaluation	63
7 Diskussion	65
8 Zusammenfassung und Ausblick	67
8.1 Zusammenfassung	67
8.2 Ausblick	67
Literatur	69
Abbildungsverzeichnis	71
Tabellenverzeichnis	73
Listings	73
Abkürzungsverzeichnis	75
.1 Ergebnis des zweiten Ideationszyklus mit der Lotus-Blossom-Methode	79
.2 Ergebnis der UX-Methode des Question Board, das von Dryads Cloud-Team mit dem Miro-Tool erstellt wurde	82
.3 Notizen aus der ergonomischen Inspektion der Webschnittstelle (Englisch)	84
.4 Formular für die Gemeinschaft der Feuerwehrleute (Deutsch)	116
.5 Ergebnis der Auswertung der Antworten des Feuerwehrfragebogens (Englisch)	124
.6 Ergebnisse einer Brainstorming-Sitzung zu den Features der interaktiven Karte, das von Dryads Cloud-Team mit dem Miro-Tool erstellt wurde	132

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 [9]. 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 Dryad¹ 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 Netzwerkservier weiterleiten

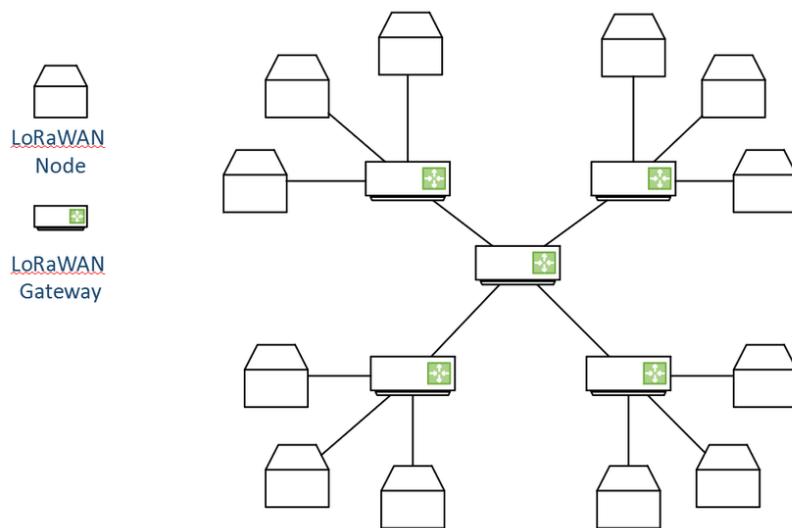


Abbildung 2.1: Schematisierung einer Star-of-Stars-Netzwerk-Architektur, bestehend aus *Nodes* und *Gateways*, die vom LoRaWAN-Standard verwendet wird[16]

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 Entfernung zwischen den Sensoren und andere

¹<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. Eine Ansammlung von *Sensoren*, *Border-Gateways* und *Mesh-Gateways* wird als *Site* bezeichnet.

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.

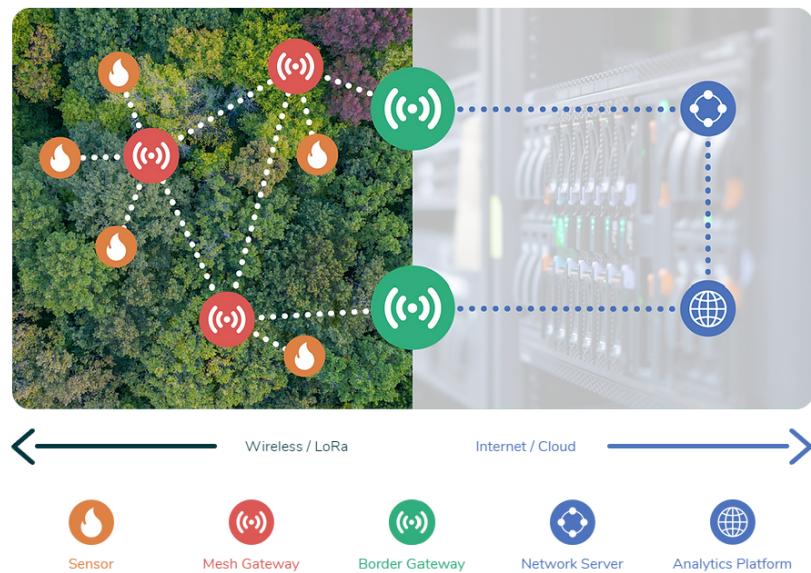


Abbildung 2.2: Schematische Darstellung des LoRaWAN-Netzwerks, das die verschiedenen Sensoren mit dem Cloud-System verbindet.



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.

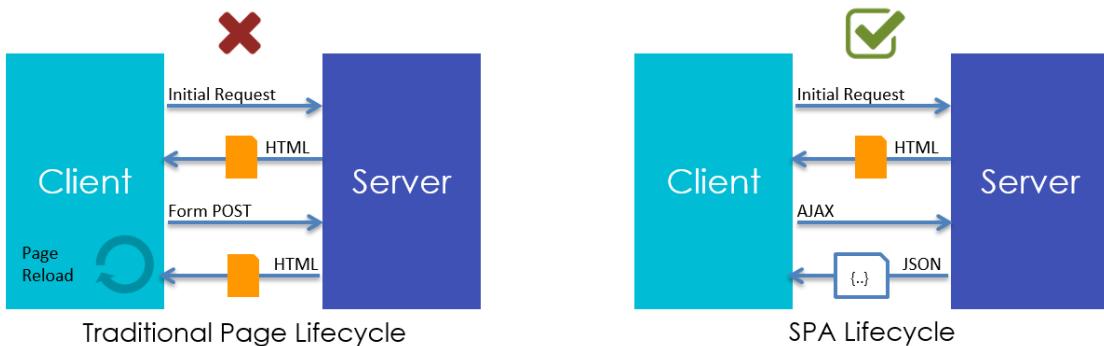


Abbildung 2.4: <https://www.tothenew.com/blog/optimization-of-angularjs-single-page-applications-for-web-crawlers/>

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

2 Grundlagen

Entwicklung komplexer Anwendungen geht, und aus diesem Grund kommt TypeScript ins Spiel.[13]

TypeScript² 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 2022³ beweist:

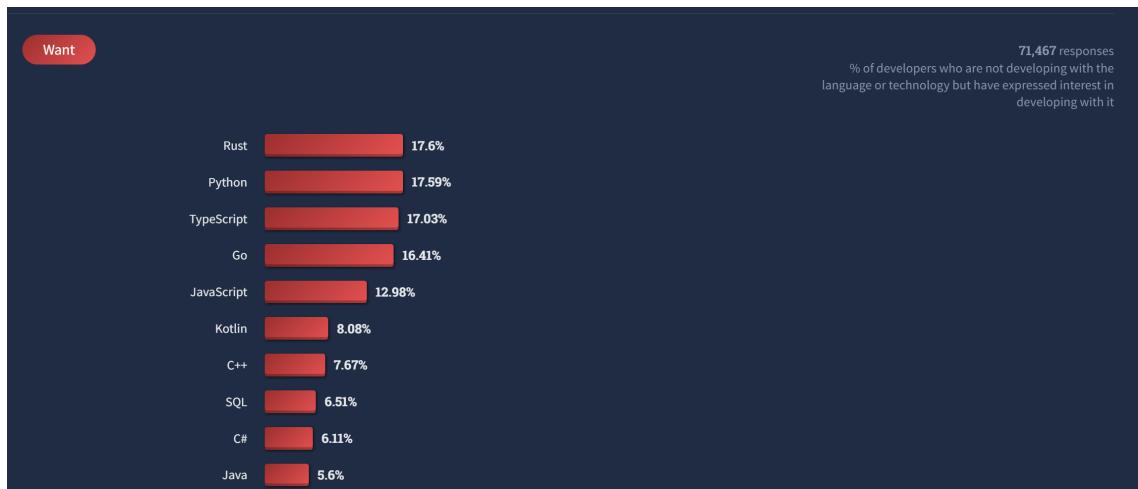


Abbildung 2.5: Liste der beliebtesten Programmier-, Skript- und Auszeichnungssprachen im Jahr 2022

2.2.3 Webpack

Webpack⁴ 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 paketieren⁵.

Es gibt viele verschiedene Bündler wie Parceljs⁶, Rollupjs⁷ oder Browserify⁸. 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<https://www.typescriptlang.org/>

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

⁴<https://github.com/webpack/webpack>

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

⁶<https://parceljs.org/>

⁷<https://github.com/rollup/rollup>

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

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 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[10].

Einige der beliebtesten sind React⁹ von Facebook, Angular¹⁰ von Google und Vue¹¹.

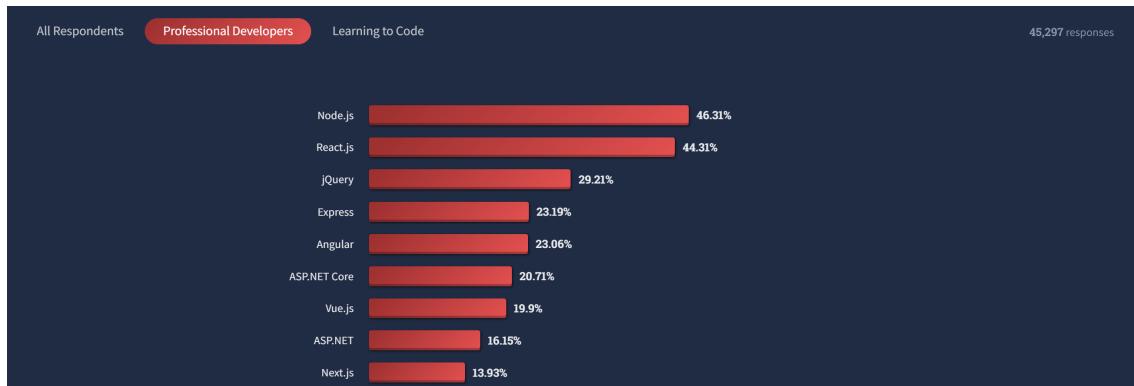


Abbildung 2.6: Stackoverflow Survey 2022: Beliebteste Web-Frameworks

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 Welt¹². Aufgrund dieses guten Renommes beschloss das Team, NPM zur Verwaltung der verschiedenen Bibliotheken einzusetzen.

⁹<https://github.com/facebook/react/>

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

¹¹<https://github.com/vuejs/vue>

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

2 Grundlagen

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 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:

```
ul {  
    background-color: red;  
}  
  
ul.hide {  
    opacity: 0;  
}  
  
ul.hide li {  
    text-decoration: underline;  
}
```

Listing 2.1: Beispiel für die Gestaltung einer Liste mit css

```
ul {  
    background-color: red;  
  
    &.hide {  
        opacity: 0;  
  
        li {  
            text-decoration: underline;  
        }  
    }  
}
```

Listing 2.2: Beispiel für die Gestaltung einer Liste mit scss

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 Routing¹³ 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.

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

2.2.8 Design System (PrimeNg)

Eine Benutzeroberfläche besteht aus vielen kleinen Elementen, die als User Interface (UI)-Komponenten bezeichnet werden. Diese sind oft mit Schaltflächen, Popups oder Eingabefeldern versehen, die in der gesamten Anwendung wiederverwendet werden können. Die Organisation einer Sammlung dieser wiederverwendbaren Komponenten, so dass ihre Verwendung durch klare Standards geleitet wird, die es ermöglichen, viele verschiedene Anwendungen zu bauen, nennt man ein *Design System*[6].

Zu den bekanntesten Design Systems, die wir finden können, gehören:

- Atlassian Design System¹⁴
- Carbon¹⁵: IBM's open-source Design System
- Polaris¹⁶: Shopify's Design System

Dryad hat auch im Blick, ein Designsyste zu entwerfen, das an die verschiedenen zukünftigen Schnittstellen angepasst ist. So sind die wichtigsten Richtlinien für Ikonografie, Illustrationen und Markenimage bereits festgelegt. Jetzt fehlt nur noch die Sammlung von UI-Komponenten, die diese Richtlinien anwenden. Da Dryad aus einem kleinen Team mit engen Deadlines bestand, war es nicht möglich, Komponenten aus dem Nichts zu entwickeln. Deshalb greift das Team auf eine Sammlung bereits entwickelter Komponenten zurück, die eine nahezu sofortige Entwicklung der Schnittstelle ermöglichen. Die Wahl fiel auf die PrimeNg¹⁷ Library, die mehr als 80 UI-Komponenten, 200 Icons, eine große Auswahl an Templates und vor allem eine enge Kompatibilität mit dem verwendeten Framework Angular bietet.

```
<p-paginator
  [rows]="numberOfRows"
  [totalRecords]="totalRecords"
  (onPageChange)="pageChange($event)"
></p-paginator>
```

Listing 2.3: Beispiel für die Verwendung der Komponente *p-paginator*, mit der eine Schnittstelle mit Paging einfach verwaltet werden kann.



Abbildung 2.7: Rendern auf die Schnittstelle einer *p-paginator*-Komponente, wie in Abbildung 2.3 deklariert.

¹⁴<https://atlassian.design/>

¹⁵<https://github.com/carbon-design-system/carbon>

¹⁶<https://polaris.shopify.com/>

¹⁷<https://www.primefaces.org/primeng/>

2 Grundlagen

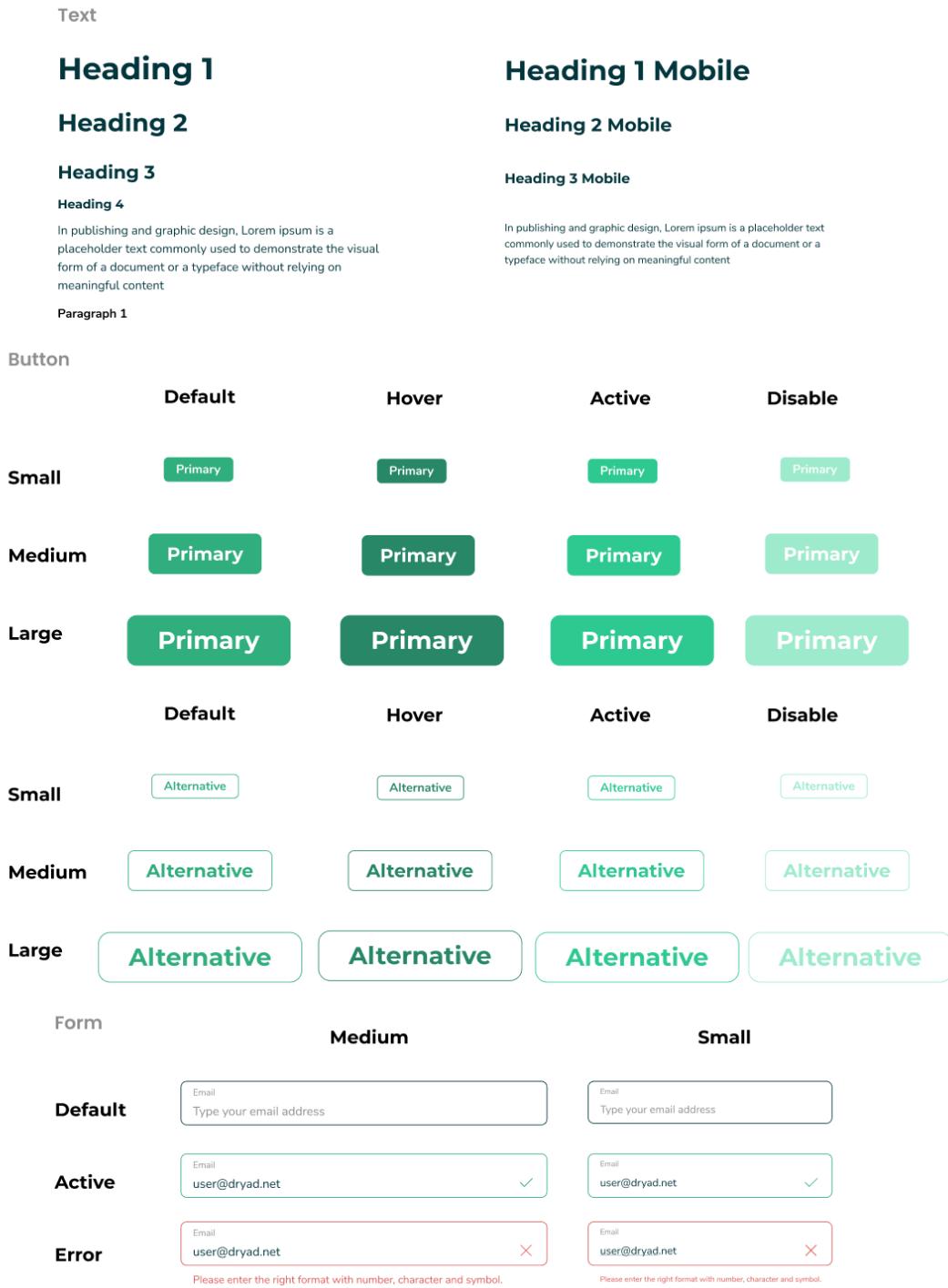


Abbildung 2.8: Überblick über einige UI-Komponenten des Designsystems von Dryad entwickelt auf der Designanwendung Figma

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"[18]. Es basiert auf der Unterteilung eines Projekts in "Sprint 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:

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 Grundlagen

2.3.2.1 Git

Git¹⁸ 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 Gitflow¹⁹ entschieden. Dieses Workflow definiert ein striktes branch-modell, das um eine Projektfreigabe herum entworfen wurde²⁰.

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:

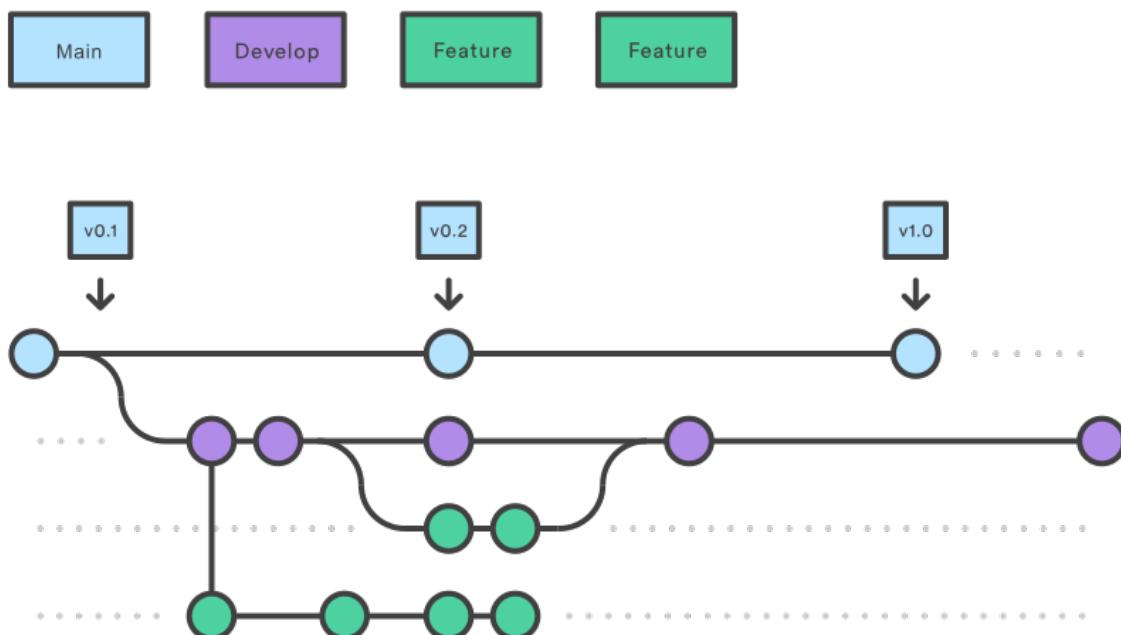


Abbildung 2.9: Schematische Darstellung eines Git-Baums, der dem Standard von gitflow entspricht

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 application²¹. Damit können wir einander leicht anrufen und unsere Sofortnachrichten auf verschiedene Kanäle organisieren.

¹⁸<https://git-scm.com/>

¹⁹<https://www.atlassian.com/git/tutorials/comparing-workflows/gitflow-workflow>

²⁰Stackoverflows git-flow tag Beschreibung: <https://stackoverflow.com/questions/tagged/git-flow>

²¹<https://slack.com/>

2.3.2.3 ClickUp

ClickUp²² 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.

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 eslint²³ Javascript-Linter wegen seiner Popularität und seiner verschiedenen, leicht konfigurierbaren Plugins zu verwenden (Angular²⁴, TypeScript²⁵, ...).

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...

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.

²²<https://clickup.com/>

²³<https://github.com/eslint/eslint>

²⁴<https://github.com/angular-eslint/angular-eslint>

²⁵<https://github.com/typescript-eslint/typescript-eslint>

2 Grundlagen

```
> 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 2.10: Beispiel für die Linter-Ausführung, die einen Fehler im Terminal zurückgibt

Es wurde daher beschlossen, TypeScript mit einer hohen Anforderung zu konfigurieren. Daher muss alles typisiert werden (Variablen, Funktionen, Parameter), damit jeder Entwickler 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 CI²⁶. 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"[11]. Da es sich um

²⁶<https://www.drone.io/>

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 summativen 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.

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 [5] 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. Dies führte zu einem Inspektionsbericht (pdf-Version in Englisch .3), in dem jedes Problem detailliert und mit einem Lösungsansatz beschrieben wurde. Angesichts der umfassenden Liste mussten die Aufgaben priorisiert werden. Dies geschah in Absprache mit dem Cloud-Team. Die kritischsten Punkte werden in den folgenden Abschnitten nach Kriterien gegliedert.

3.2.1 Guidance

Ein häufig anzutreffender Mangel in Schnittstellen ist das Fehlen von Labels in den Eingaben eines Formulars oder das Verwenden nur eines Icons. Dies passt zum Unterkriterium *Prompting* und stellt ein echtes Verständnisrisiko für den Nutzer dar. Obwohl viele Icons von der Mehrheit der Menschen als üblich angesehen werden, bleibt es ein Risiko, sie zu verwenden, vor allem, wenn die Schnittstelle für mehrere Kulturtypen oder mehrere

3.2 Ergonomische Inspektion

Ebenen der Computerkenntnisse auf Seiten der Benutzer bestimmt ist. P. Pappachan und M. Ziefle haben in ihrer Studie *Cultural Influences on the Comprehensibility of Icons in Mobile-Computer-Interaction*[15] nachgewiesen, dass Icons in allen Kulturen im Allgemeinen als das erkannt werden, was sie darstellen, aber nicht als das, was sie bedeuten, was jedoch für die Verständlichkeit von Icons von großer Bedeutung ist. So ist es notwendig, dass die Benutzeroberfläche Daten mit einer Erklärung präsentiert, die nicht nur ikonografisch ist, wie es auf dem folgenden Screenshot leider der Fall ist.

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

Abbildung 3.1: Darstellung mit Icons als einzigem Label

Doch es ist einfach, Rückfragen oder Fehlinterpretationen seitens des Nutzers zu vermeiden, indem man einfach eine Textbeschriftung neben dem Symbol hinzufügt.

Last Notification		
	Date	29/08/2022
	Time	16:34:40
	Sensor ID	2039
	Latitude	
	Longitude	
	Location	

Abbildung 3.2: Hinzufügen von Textlabels zusätzlich zu den Icons, um die Verwechslung von 3.1 einzuschränken

Ein weiteres Unterkriterium betrifft die ortsbezogene Gruppierung der Komponenten einer Schnittstelle nach ihrer Zugehörigkeit und Hierarchie. In der Tat wird der Benutzer *die verschiedenen Elemente leichter erkennen, wenn sie in einer geordneten Weise präsentiert werden*[1]. Dies hat den Vorteil, dass die Items einer Schnittstelle schneller erlernt und leichter behalten werden können. Die Silvanet-Webschnittstelle ist voll von Stellen, an denen die Hierarchie der Komponenten betont werden könnte. Ein gutes Beispiel ist das folgende Filtermenü:

3 Analyse

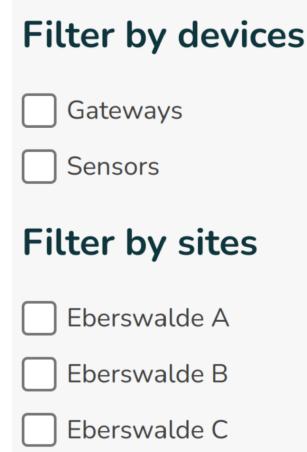


Abbildung 3.3: Menü mit geringer hierarchischer Unterscheidung

Doch schon das Hinzufügen von etwas mehr Padding auf der Ebene der Items hilft dem menschlichen Auge, eine Hierarchie zu visualisieren, in der die Items zu dem Titel über ihnen gehören. Darüber hinaus kann ein Kollaps-System verwendet werden, um die Zugehörigkeit zu einer Kategorie weiter zu spezifizieren. Dieses System kann einfach durch ein Chevron-Symbol verdeutlicht werden.

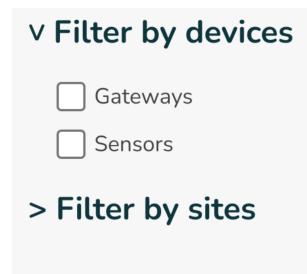


Abbildung 3.4: Neustrukturierung des Menüs 3.3, um die Sichtbarkeit der Hierarchie zu erhöhen

Ähnlich wie das Unterkriterium Unterscheidung nach Ort gibt es auch das Unterkriterium Unterscheidung nach Formatierung. Ein gutes Beispiel dafür, wie dieses Kriterium angewendet werden könnte, ist die Anzeige von Namen und Kennungen von Einheiten wie Sensoren oder Gateways. In der folgenden Abbildung sehen wir eine Liste von Geräten, die mit einem Namen identifiziert werden, der eine Art Identifikator enthält. Da die Kennung eines Geräts nur als Text angezeigt wird, ist die Identifizierung langsamer. In dieser Form ahnt der Nutzer nicht, dass es möglich ist, mit diesem Text zu interagieren, indem er ihn anklickt. Dies ist jedoch der Fall, da es möglich ist, auf die Detailseite eines Geräts zu navigieren, indem man auf diese Art von Kennung klickt.

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

Abbildung 3.5: Anzeige von Geräteentitäten ohne Differenzierung der Formatierung

Das Hinzufügen eines einfachen/reinen Designs eines Tags oder einer Schaltfläche (Hintergrund mit schlichter Farbe und einem abgerundeten, ausgeprägten Rand) zu den

3.2 Ergonomische Inspektion

Gerätekennungen je nach Gerätetyp hilft den Nutzern, eine dichte Benutzeroberfläche schneller zu lesen.

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

Abbildung 3.6: Anzeige von Geräteentitäten mit Differenzierung der Formatierung

Dies erleichtert dem Benutzer das Erlernen der Fähigkeit, diese Art von Entitäten über die gesamte Schnittstelle zu erkennen.

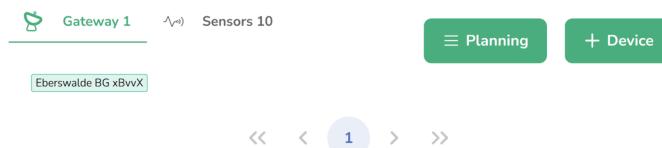


Abbildung 3.7: Gemeinsame Nutzung der Formatierung der Entität Gerät

Eine der Säulen der Benutzerführung zur Aufgabenerledigung ist das *sofortige Feedback* nach einer Aktion. In allen Fällen sollte eine schnelle Antwort des Schnittstelle mit Informationen über die angeforderte Transaktion und ihr Ergebnis erfolgen. Leider verarbeitet die Silvanet-Anwendung nur sehr wenig Feedback zu den Aktionen des Benutzers. Aufgrund der geringen Effektivität und des Zeitmangels bei der Entwicklung der Schnittstelle wird dem Nutzer nur ein kleiner Teil der Erfolge gezeigt. Bei den meisten Knöpfen, die angeklickt werden, erhält der Nutzer z. B. kein Feedback. In den meisten Fällen wird die Aktion relativ schnell ausgeführt und der Nutzer schließt daraus auf einen Erfolg. Es kann jedoch vorkommen, dass die Aktion einige Zeit in Anspruch nimmt (z. B. bei einer schlechten Verbindung), und der Nutzer sollte darüber informiert werden, dass die Anfrage bearbeitet wird.

Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass eine angeklickte Schaltfläche, die eine Aktion ausführt, dem Benutzer eine Schnittstelle präsentiert, die den Ladevorgang veranschaulicht. Dies kann leicht durch die Verwendung einer UI-Komponente namens Spinner erreicht werden.



Abbildung 3.8: Beispiel einer Schaltfläche, die nach dem Anklicken einen Spinner darstellt, der eine laufende Aktion anzeigen

Ein ähnliches Problem ist bei der Anzeige von Sensoren auf der interaktiven Karte zu erkennen. Tatsächlich werden die verschiedenen Geräte an einem Standort im Hintergrund abgerufen, sobald der Nutzer auf eine bestimmte Ebene zoomt. Wenn die Internetverbindung jedoch nicht schnell genug ist oder der Benutzer schnell zoomt, hat der Benutzer nicht das Gefühl, dass im Hintergrund eine Abfrage stattfindet, da nichts passiert, und sucht daher vergeblich nach Sensoren auf der Karte.

3 Analyse



Abbildung 3.9: Bei einer langsamen WLAN-Verbindung zoomt der Benutzer in eine Site (blauer Bereich), aber es scheint nichts zu passieren. Erst nach einigen Sekunden sind die Sensoren sichtbar.

Dasselbe Problem findet sich in der überwiegenden Mehrheit der Schnittstelle, wo die meisten Abfragen (fetch/XMLHttpRequest (XHR)) dem Benutzer nicht angezeigt werden. Sehr oft kann man mit einer langsamen Verbindung auf einen Bereich der Schnittstelle zugreifen, der leer ist, weil die Daten gerade geladen werden. Es gibt jedoch viele UI-Komponenten, die einem Benutzer mitteilen, dass eine Aktion im Hintergrund abläuft. Eine der am besten geeigneten Komponenten für diese Art von Feedback ist das Skeleton, das einerseits den Benutzer über das Laden einer Seite oder eines Teils einer Seite benachrichtigt, andererseits aber auch die wahrgenommene Wartezeit des Benutzers verkürzt. Die Studie von Bill Chung in seinem *Artikel Everything you need to know about skeleton screens*[3] zeigt, dass Skeleton-Komponenten am besten gegen einen einfachen Spinner oder eine leere Seite abschneiden, was die Reduzierung der Wartezeitwahrnehmung betrifft.

Das in der Silvanet-Schnittstelle verwendete Library, PrimeNg, bietet eine Skeleton-Komponente out of the box und wird eine einfache Implementierungslösung für dieses Issue ermöglichen.



Abbildung 3.10: Beispiel für UI-Komponenten-Skeletons, die vom Library PrimeNg bereitgestellt werden

3.2.2 Workload

Das Unterkriterium *Brevity / Concision* besagt, dass eine Schnittstelle den wahrnehmungsbezogenen und kognitiven Aufwand für einzelne Eingaben oder Ausgaben begrenzen sollte, da die kurzfristige Erinnerungsfähigkeit eines Nutzers begrenzt ist. Leider erfüllt die Silvanet-Anwendung dieses Kriterium nicht, wenn es darum geht, dem Benutzer metrische Daten anzuzeigen. Die Anwendung erfordert, dass Flächen mehrfach angezeigt werden, sei es die Fläche einer Site oder die sensorische Abdeckung eines Sensors. Wenn jedoch keine Skalierung der Daten vorgenommen wird, wird es für einen Nutzer sehr schnell schwierig, diese Daten zu bewerten, wie man im nächsten Screenshot sehen kann:

Covered area of each site

Eberswalde A 77012 m²

Eberswalde B 216557 m²

Eberswalde C 1963 m²

Abbildung 3.11: Messung von nicht skalierten Bereichen, die die kognitive Belastung der Schnittstelle verstärken

Das Unterkriterium *Brevity / Minimal Actions* weist auf ein allgemeines Problem der Silvanet-Anwendung hin, nämlich den Mangel an eindeutigen URL-Zugriffen auf einen Teil der Anwendung. Die Anwendung erfolgt hauptsächlich durch das Öffnen und Schließen von Popups mittels Knopfdruck. In vielen Szenarien muss der Nutzer daher mehrere Klicks ausführen, um zum Stadion zurückzukehren, z. B. vor einer Seitenaktualisierung. Mit diesem Mangel lässt die Anwendung dem Nutzer nicht viel Freiheit, einfach einen bestimmten Teil der Anwendung zu teilen.

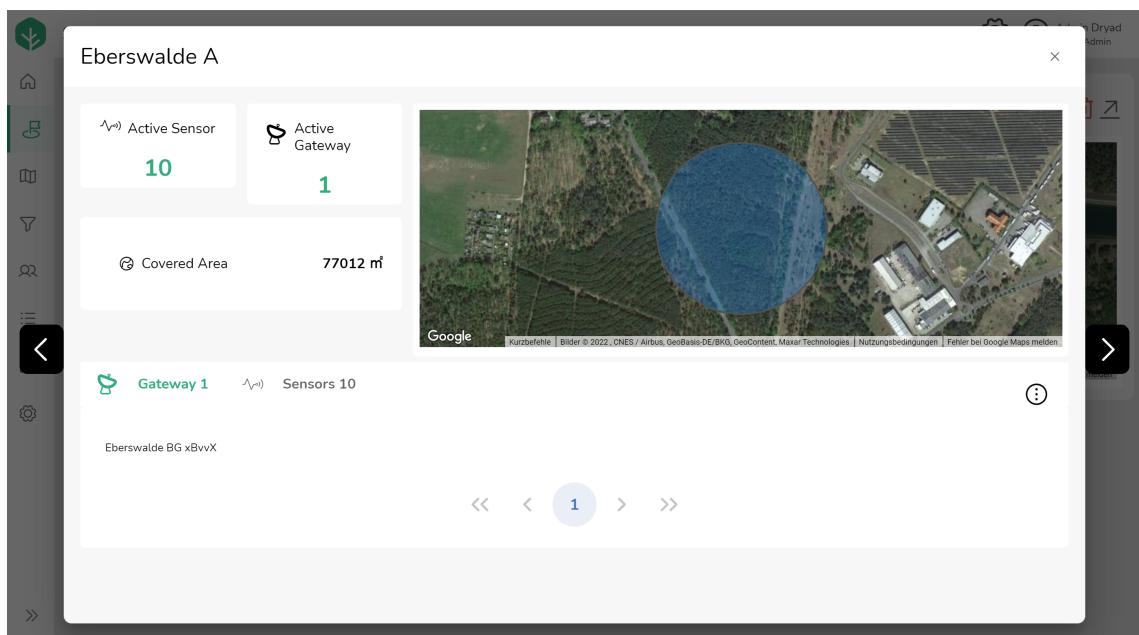


Abbildung 3.12: Popup, das die Details einer *Site* präsentiert

Eines der markantesten Beispiele ist die Seite mit den Details einer *Site*, die in einem Popup geöffnet wird. Ein Nutzer kann diese Details nicht direkt mit einem anderen Nutzer teilen, da es keinen Link zum Öffnen des Popups gibt.

3.2.3 Explicit Control

Einer der wichtigsten Aspekte der Silvanet-Anwendung, wenn es um das Kriterium *Explicit Control* geht, sind die Aktionen in Popups. Wenn ein Popup vom Benutzer geschlossen wird und sich darin ein Formular befindet, wird das Formular so gesendet, als ob es vom Benutzer bestätigt worden wäre. Dies ist in den Augen eines Benutzers sehr verwirrend,

3 Analyse

denn eine Schnittstelle sollte "immer einen Benutzer auffordern, eine explizite ENTER-Aktion durchzuführen, um die Verarbeitung eingegebener Daten einzuleiten"[1].

Das Kriterium *User Control* bezieht sich auf die Tatsache, dass die Benutzer immer die Kontrolle über die Systemverarbeitung haben sollten (z. B. Unterbrechen, Abbrechen, Anhalten und Fortsetzen). Jede mögliche Aktion eines Benutzers sollte antizipiert werden und es sollten entsprechende Optionen zur Verfügung gestellt werden. Die silvanet-Anwendung hat an vielen Stellen riskante Aktionen, wie z. B. das Löschen einer *Site* oder das Festlegen, dass eine Waldbrandwarnung ein Fehlalarm ist. Obwohl diese Aktionen bereits durch einen Bestätigungsdialog geschützt sind, könnte es sinnvoll sein, die Fehlerbehandlung zu verstärken, indem man eine *Vorgang abbrechen*-Aktion hinzufügt. Dies wird dem Benutzer ein Gefühl der Zuversicht vermitteln, wenn er die Schnittstelle manipuliert, da keine Aktion endgültig ist. Ein gutes Beispiel für diese Art der Rückgabeaktion ist auf der Gmail-Oberfläche mit dieser Komponente namens *Toast* zu sehen, die es dem Nutzer ermöglicht, das Löschen einer E-Mail rückgängig zu machen:

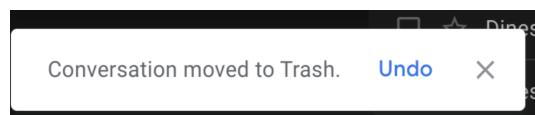


Abbildung 3.13: *Toast*nachricht von Gmail, mit der das Löschen einer E-Mail rückgängig gemacht werden kann

3.2.4 Adaptability

Nach den Kriterien von Bastien und Scapin muss eine Schnittstelle, um ergonomisch zu sein, eine Anpassungsfähigkeit an den Benutzer bieten. Dies wird im Kriterium *Flexibility* hervorgehoben, das sich in der Fähigkeit einer Schnittstelle ausdrücken lässt, sich an die Bedürfnisse eines Nutzers anzupassen. So wäre es relevant, dass die Schnittstelle von Silvanet ein gewisses Maß an Anpassungsmöglichkeiten bietet. Ein guter Kandidat wäre die Seite, auf der die verschiedenen *Sites* eines Nutzers vorgestellt werden. Derzeit besteht diese Liste aus Card-Komponenten, die den Namen des *Sites* und eine Ansicht des *Sites* auf einer interaktiven Karte anzeigen.

A screenshot of a web application titled 'Site Management'. On the left, there is a vertical sidebar with icons for home, site management, and other navigation. The main area shows two cards side-by-side. Each card has a title ('Eberswalde A' and 'Eberswalde B'), a map view with a large circular overlay, and a set of four small icons for settings, user, trash, and edit. At the bottom of each card, there is a 'Google' logo and a row of small text links: 'Kurzbefehle', 'Kartendaten', 'Nutzungsbedingungen', and 'Fehler bei Google Maps melden'. The overall design is clean and modern.

Abbildung 3.14: Seite mit der Liste der *Sites* eines Nutzers

Auf dieser Seite wäre es möglich, das Auffinden einer bestimmten *Site* in der Liste zu erleichtern, indem man dem Benutzer die Möglichkeit gibt, Änderungen an der UI vorzunehmen, um so die Erinnerung an die Schnittstelle zu fördern. Eine interessante Idee ist

3.2 Ergonomische Inspektion

es, den Nutzer die Liste nach seinen Vorlieben ordnen zu lassen. Um das schnelle Erkennen eines Listeneintrags zu erleichtern, könnte es möglich sein, die Hintergrundfarbe der Card-Komponente zu ändern. Im gleichen Sinne könnte der Nutzer die interaktive Karte durch ein Bild seiner Wahl ersetzen.

Ein interessanter Aspekt der Silvanet-Anwendung und ihre Absicht, weltweit nutzbar zu sein. Dryads Lösung zur Erkennung von Waldbränden sollte allen potenziellen Kunden auf der ganzen Welt angeboten werden. So muss die Anwendung unabhängig von der Sprache oder der Kultur des Nutzers nutzbar sein. Aus ergonomischer Sicht ist dies mit einer Vielzahl von Abhängigkeiten verbunden, darunter auch die der Internationalization (I18n) und der Localization (L10n). Die Einführung dieser beiden technischen Verfahren wird als Globalisierung bezeichnet[20].

3.2.4.1 I18n

Die Internationalisierung umfasst die Planungs- und Vorbereitungsphasen für ein Produkt, in denen es von vornherein für die Unterstützung globaler Märkte konzipiert wird. Dieser Prozess bedeutet, dass alle kulturellen Annahmen entfernt werden und alle länder- oder sprachspezifischen Inhalte außerhalb des Produkts gespeichert werden, so dass es leicht angepasst werden kann. Die Internationalisierung besteht in erster Linie darin, die Funktionalität eines Produkts von einer bestimmten Kultur, Sprache oder einem bestimmten Markt zu abstrahieren, damit die Unterstützung für bestimmte Märkte und Sprachen problemlos integriert werden kann. In der Welt der Software gibt es viele Beispiele für Designfehler bei der Internationalisierung, wie z. B. nicht übersetzte Texte in Grafiken, nicht übersetzte Screenshots der Anwendung in der Dokumentation oder Telefonnummern, die im Ausland nicht verwendet werden können.

3.2.4.2 L10n

Die Lokalisierung bezieht sich auf die tatsächliche Anpassung des Produkts an einen bestimmten Markt. Sie umfasst die Übersetzung, die Anpassung von Grafiken, die Übernahme lokaler Währungen, die Verwendung korrekter Formulare für Daten, Adressen und Telefonnummern und viele andere Details, einschließlich der physischen Struktur von Produkten in einigen Fällen. Wenn diese Details in der Internationalisierungsphase nicht vorgesehen waren, müssen sie während der Lokalisierung korrigiert werden, was das Projekt zeitlich und finanziell belastet.

Die Globalisierung kann also in einen Kreislauf zwischen I18n und L10n übersetzt werden, den das Team von Dryad bei der Erstellung ihrer Produkte anwenden könnte.

3 Analyse



Abbildung 3.15: Darstellung des Globalisierungszyklus eines Produkts

3.2.5 Error Management

Wie in den Empfehlungen zum *Error Management* erwähnt, ist es besser, "Fehler vor der Validierung als danach zu erkennen". Daher sollte die Schnittstelle erkennen und verhindern Dateneingabefehler, Befehlsfehler oder Aktionen mit zerstörerischen Folgen. Dies gilt insbesondere für die verschiedenen Formulare von Silvanet, wo die meisten Inputs nicht angeben, welches Format erlaubt ist, und nach dem Absenden des Formulars einen Fehler zurückgeben. Es soll die Benutzererfahrung verbessern, wenn Sie wissen, dass Sie in dieser Eingabe nur Zahlen eingeben dürfen, dass Leerzeichen verboten sind oder dass Kommazahlen im Format xx.xxx geschrieben werden.

Es wird daher empfohlen, dass die Fehlermeldungen für den Benutzer klar sind, wenn eine Aktion nicht wie erwartet verläuft. Die Anwendung, die sich in einem unfertigen Stadium befindet, zeigt immer wieder Fehlermeldungen an, die für den Benutzer irrelevant sind, wie *Error* oder *Ein Fehler ist aufgetreten*.



Abbildung 3.16: Screenshot von Push-Benachrichtigungen, die nach einer Fehlbedienung an den Benutzer gesendet werden

Es ist jedoch notwendig, eine ausgezeichnete Qualität der Fehlermeldungen anzubieten, die das Lernen der Nutzer aus den Systemen fördert, indem sie ihnen die Gründe für ihre Fehler und deren Art mitteilen und ihnen beibringen, wie sie ihre Fehler verhindern oder beheben können.

3.2.6 Consistency

Die Kriterien besagen, dass die UI-Elemente einer Benutzeroberfläche von Bildschirm zu Bildschirm und von Sitzung zu Sitzung stabil und konsistent sein müssen. Unter diesen Bedingungen ist das Computersystem berechenbarer, das Lernen wird erleichtert und die Anzahl der Fehler wird reduziert. Ein auffälliges Beispiel für eine solche Inkohärenz findet sich jedoch in einem entscheidenden Element der Anwendung: dem Warnknopf, der bei der Entdeckung eines Waldbrandes angezeigt wird. Dieser zeigt dem Benutzer den Text "Fire alert", dem das rote Icon eines Sensors vorangestellt ist. Im gesamten Rest der Anwendung wird ein Feuer jedoch mit dem Icon einer Flamme dargestellt.



Abbildung 3.17: Icon eines Sensors, der auf der Feueralarmtaste verwendet wird



Abbildung 3.18: Icon, das in einer Stecknadel verwendet wird, um den Standort eines Feuers auf der Karte anzuzeigen

Damit ein Benutzer einfach einen Zusammenhang zwischen einem Waldbrand und einem Icon herstellen kann, um die Benutzeroberfläche zu entlasten, muss das verwendete Icon für jede Situation einzigartig sein.

Im gleichen Sinne hat die Schnittstelle Schwierigkeiten, die Konsistenz bei der Anzeige der Anzahl von Entitäten zu wahren. Tatsächlich ist das Design des Betrags nicht immer gleich, was dem Nutzer nicht hilft, ihn leicht als Betragswert zu identifizieren. Ein Beispiel ist die Differenz zwischen dem Betrag für die Geräte und dem Betrag für den Waldbrandalarm. Eine wird als Abzeichen dargestellt und die andere zeigt einfach den Betrag neben der Entität, die durch einen vertikalen Balken getrennt ist.



Abbildung 3.19: Darstellung eines Betrags als Badge

Sensor | 2104 Gateway | 232

Abbildung 3.20: Darstellung eines Betrags als einfache Zahl neben der betreffenden Entität

In diesem Fall sollte die *UI* vereinheitlicht werden, indem eine Entscheidung darüber getroffen wird, welche Anzeige bei der Präsentation eines Betrags verwendet werden soll. Dies wird es dem Benutzer ermöglichen, auf einer komplexen Oberfläche die Beträge einer Entität leicht von anderen Zahlen zu unterscheiden.

3.2.7 Schlussfolgerungen

Die Analyse der verschiedenen Seiten der Silvanet-Schnittstelle mithilfe der ergonomischen Kriterien von Bastien und Scapin hat bereits viele Mängel aufgedeckt, die die Leistung eines Benutzers beim Verstehen, Lernen und Beherrschen des vorgeschlagenen Systems beeinträchtigen können. Diese Probleme wurden mithilfe von Tickets im ClickUp-Tool¹ in verschiedene Aufgaben aufgeteilt, die unter den verschiedenen Entwicklern aufgeteilt, nach Relevanz und Schwierigkeit der Implementierung priorisiert und schließlich im Scrum-Flow² verwendet wurden. Ein Teil der Aufgaben, die sich aus dieser Forschungsarbeit ergeben und die mir zugewiesen wurden, werden im Teil Konzeption³ der Thesis vorgestellt.

3.3 Benutzertests

Wie im Dokument "Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces" spezifiziert, stellt eine kriterienbasierte Bewertungsmethode lediglich einen analytischen Ansatz dar. Als solche sind die Kriterien nicht dazu gedacht, andere Bewertungsmethoden zu ersetzen. Daher sind Benutzertests weiterhin notwendig, um die Leistung und Nutzbarkeit einer Schnittstelle zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurden Benutzertests entwickelt, um allgemeine Usability-Probleme zu identifizieren und potenziell Probleme zu erkennen, die nicht von den Kriterien abgedeckt werden.

Das Ziel dieses Tests ist es, die Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit mit der Silvanet-Webanwendung mithilfe von echten Nutzern zu quantifizieren. Zunächst muss jedoch definiert werden, was getestet werden soll und vor allem, wie getestet werden soll.

3.3.1 Festlegung der Testabdeckung

Um relevante und schnelle Tests für die Benutzer durchführen zu können, mussten wir festlegen, auf welche Bereiche der Benutzeroberfläche sich die Tests konzentrieren sollten. Es erschien uns sinnvoll, eine Gruppenaktivität mit dem Cloud-Team durchzuführen, um Ideen zu sammeln und die am meisten erwähnten auszuwählen. Um die Brainstorming-Sitzung zu strukturieren und zu vermeiden, dass man sich zu sehr verzettelt, basiert die Aktivität auf der Ideationstechnik namens *Lotus Blossoms*, die es ermöglicht, eine Idee nach der anderen gründlich zu erforschen. Diese von S. Tatsuno 1990[19] entwickelte Methode der Ideenfindung lässt sich leicht durch das folgende Flussdiagramm schematisieren.

¹2.3.2.3

²2.3.1

³4

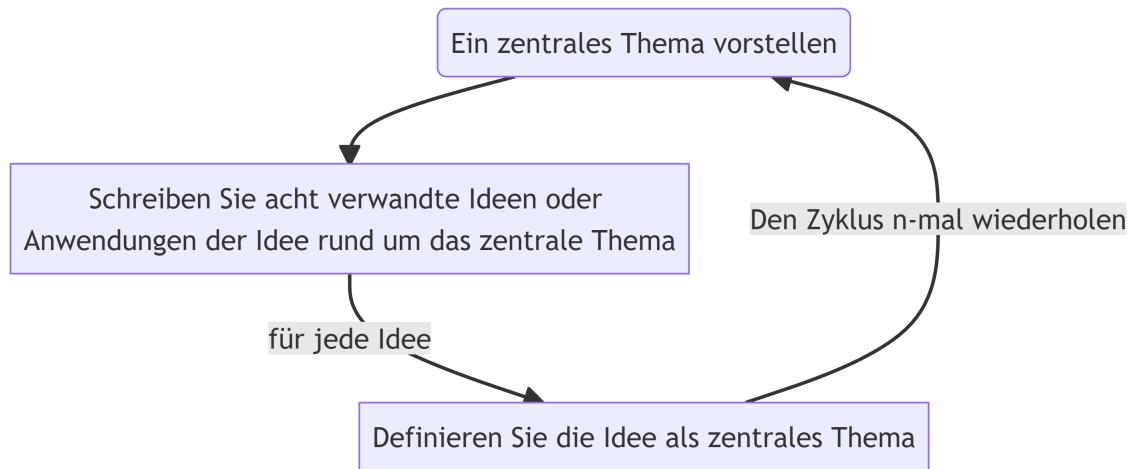


Abbildung 3.21: Darstellung eines Ideationszyklus mit der Lotus-Blossom-Methode

In diesem Fall sollte eine Iteration von zwei Zyklen ausreichen, um die wesentlichen Funktionen der Anwendung zu definieren. Die erste zentrale Frage wurde im Vorfeld mit der Frage „Was sind die Ziele des Gesprächs mit dem Kunden über die Anwendung?“ festgelegt. Aus dieser Frage ergaben sich 6 verschiedene andere Themen:

- Welche Informationen über die Geräte sind von Interesse?
- Ist die Planung eines *Site* funktionsfähig und die Schnittstelle funktionstüchtig?
- Welche kundenorientierten Funktionen sollten den Nutzern zur Verfügung gestellt werden?
- Welche Art von Informationen würden Sie im Falle eines Feueralarms interessieren?
- Welche Art von Informationen möchten Sie auf dem Dashboard sehen?
- Funktioniert die Kartendarstellung gut?

3 Analyse

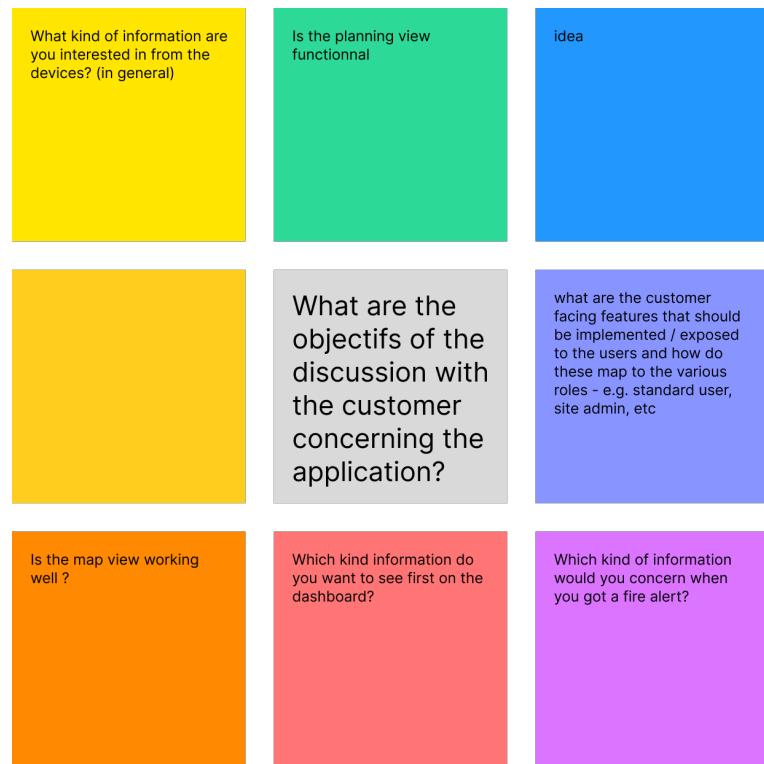


Abbildung 3.22: Durchführung des ersten Ideationszyklus durch das Cloud-Team von Dryad mit der Lotus-Blossom-Methode

In der zweiten Iteration wurden mehr Fragen zu den Funktionen der Benutzeroberfläche gestellt, die die genannten Themen beantworten oder näher erläutern können.

3.3 Benutzertests

How do we present device management features (internal firmware update, ML, model updates, inventory management) ?	How relevant is it to have data from a single device compared to a group of devices?	What kind of data representation can you naturally understand easily? Is it more individual or grouped based?	Is the user flow of the planning view intuitive ?	Do you achieve planning an efficient sylvanet network?	Can you easily split the site deployment areas between different members?	Idea	Idea	Idea
How do we connect the device information to meaningful actions a user could perform ?	What kind of information are you interested in from the device(s) (in general)?	How in which format user want to see the provided data?	Which problems user face while creating the planning task (flow, interface, UI)?	Is the planning view functional	should we create a separate page for the planning view with more specific features added?	Idea	Idea	Idea
How do we present information related to the health of the devices ?	How do we present the history data related to devices ? (ie: battery levels, message sent,etc)	Do user want to see every thing in detail (with the number) or the data can be presented in a more summarized visually?		Without the planning feature, how would you manage the sensors deployment?	Are you able to manage the sensors stock?	Idea	Idea	Idea
Idea	Idea	Idea	What kind of information are you interested in from the device(s) (in general)?	Is the planning view functional	Idea	what is the level of technical detail to expose to the users	what are the admin features (permissions) to expose to users based on the various roles	How does the user understand the status of the entire system
Idea	Idea	Idea	What are the objectives of the discussion with the customer concerning the application?			Idea	what are the customer facing features that should be implemented / exposed to the users and if so these map to the various roles - e.g. standard user, site admin, etc	How much users will have admin privilege
Idea	Idea	Idea	Is the map view working well?	which kind of information do you want to see first on the dashboard?	What kind of information would you concern when you get a fire alert?	Idea	Is our User-Flow of all screens (special Alert Page and Planning Page) now clear with the user?	Idea
Can we make the usage of the map view more intuitive?	Should display the sensors in default zoom level?	Which format view of map should be default (graphic, statewide?)	How do we present the user with minimal information to start interacting and allow user to click-over to discover more information?	How do we present the status of global health of the system?	Should it be customizable? Should we allow user to select the widgets they need?	Idea	How would you like to be notified? Email, message, call, push alert, custom alarm hardware	Do you want to handle the emergency call? If multiple people get the notification what one is supposed to make the call?
Can we make the user input interactions smoother and streamlined?	Is the map view working well?	Do you easily find the location of a specific sensor (value within the map view (sensor offline for example))	How do we use the dashboard as a basic view with connections to all other views?	Which kind of information do you want to see first on the dashboard?	Should we make the dashboard more interactive? And Should we group the global data in one place and then separate for easy-view?	Idea	Which kind of information would you concern when you get a fire alert?	How we arrange the information to notify effectively? (ex: what should be displayed first)
How do we implement zoom level based interactions?	Do we need clustering for markers?	Is the clicking behaviour for each function clear with user?	Should/How do we add Call To Actions to relevant information on the dashboard?	Do you find every information/data you are looking for if not what's missing?	How do we design an easy workflow for the user to resolve fire alerts?	Idea		

Abbildung 3.23: Durchführung des zweiten Ideationszyklus durch das Cloud-Team von Dryad mit der Lotus-Blossom-Methode

Die Einzelheiten zu den verschiedenen Blütenblättern der Lotus Blossom des zweiten Zyklus können im Anhang .1 eingesehen werden.

Diese Aktivität ermöglichte es, die Usability-Tests schließlich auf die folgenden Features zu konzentrieren:

- **Planung der Sensoren eines Site UX:** Die Anwendung bietet dem Nutzer eine Seite, auf der er auf einer interaktiven Karte die neuen Sensoren an einem Site so positionieren kann, dass die Erfassungsabdeckung der Sensoren optimiert wird. Dies führt den Nutzer dann durch den Wald zu den Koordinaten, an denen er einen Sensor hoch oben an einem Baum befestigen muss.
- **Relevanz der Information in Alarmsituationen:** Wenn ein Feuer vom System erkannt wird, hat der Benutzer Zugang zu einer Alarmseite, die die Situation mithilfe von Daten und einer interaktiven Karte detailliert darstellt. Es sind auch schnelle Aktionen möglich, wie z.B. die Kontaktaufnahme mit den örtlichen Behörden. Dies

3 Analyse

betrifft auch Informationen, die per E-Mail an den Nutzer gesendet werden, um ihn über den Alarm zu benachrichtigen.

- **Usability der interaktiven Karte:** Die Anwendung bietet eine Seite, die nur aus einer interaktiven Karte besteht, auf der Sie die verschiedenen *Sites* und Sensoren anhand ihrer geografischen Lage einsehen können.
- **Relevanz von Sensordaten:** In der Anwendung werden die Sensordaten auf unterschiedliche Weise dargestellt. Es wäre interessant, die Strategie zu definieren, die verwendet wird, um diese Daten für den Benutzer relevant zu präsentieren.

3.3.2 Methoden für Usability-Tests

Nachdem der Fokus der Usability-Tests festgelegt wurde, ist es nun an der Zeit festzulegen, wie die Tests durchgeführt werden sollen, um in kurzer Zeit möglichst viel relevantes Feedback zu erhalten. In der von Lewis und Sauro durchgeföhrten und in „Usability and User Experience: Design and Evaluation“ erläuterten Forschung gibt es zwei Techniken, die zusammen eine gute Abdeckung der Usability einer Schnittstelle ermöglichen.

3.3.2.1 Qualitative Bewertung

Die erste besteht in der Entdeckung und Lösung von Usability-Problemen. Studien zur Problementdeckung zeichnen sich dadurch aus, dass sie sehr informell sind. Der Schwerpunkt liegt nicht auf der genauen Messung der Leistung oder der Haltung der Teilnehmer, sondern auf einer starken Interaktion zwischen Beobachtern und Teilnehmern. Die Durchführung dieser Tests ist einfach, da sie auf spezifischen Zielen zur Entdeckung eines Problems basieren, wie z. B. "Identifizieren Sie einen Sensor an der Schnittstelle, der das Vorhandensein von Rauch detektiert". Diese informellen Tests, die mehrmals mit vielen verschiedenen Nutzern wiederholt werden, ermöglichen eine umfassendere Problemerkennung, insbesondere solche, an die die Tester nicht gedacht hätten. Aus diesem Grund wird eine Reihe solcher Tests für freiwillige Nutzer angeboten.

3.3.2.2 Quantitative Bewertung

Die zweite Methode wird auf einer quantitativen Bewertung der Schnittstelle basieren, die es ermöglicht, eine Usability-Skala zu erhalten, mit der man einfach die Entwicklung der Schnittstelle im Vergleich zur vorherigen Version vergleichen kann, indem man einfach die Bewertungen vergleicht. Eine weit verbreitete Technik der quantitativen Bewertung basiert auf dem Maß der percuted usability, kurz System Usability Scale (SUS) genannt[11]. SUS ist ein standardisierter Fragebogen, der 10 Fünf-Punkte-Items mit abwechselnd positiver und negativer Tonalität enthält. Die Inhalte der Items sind wie folgt:

1. I think that I would like to use this system frequently.
2. I found the system unnecessarily complex.
3. I thought the system was easy to use.
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.
5. I found the various functions in this system were well integrated.
6. I thought there was too much inconsistency in this system.

7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.
8. I found the system very awkward to use.
9. I felt very confident using the system.
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.

Für jeden Punkt muss der Nutzer dann eine Bewertung zwischen **1** und **5** abgeben, wobei **1** für *Stimmt überhaupt nicht zu* und **5** für *Stimme voll und ganz zu* steht. Wenn der Nutzer kein Urteil hat, kann er die Note **3** geben, die neutral ist. Wenn Sie fertig sind, können Sie die Gesamtpunktzahl anhand der Punktzahl jedes Items berechnen, die auf eine Skala zwischen 0 und 4 gebracht wird. Bei positiv formulierten Items (1, 3, 5, 7 und 9) ist der Beitrag zur Punktzahl die Position auf der Skala minus 1. Bei negativ formulierten Items (2, 4, 6, 8 und 10) ist der Beitrag zur Punktzahl gleich 5 minus der Position auf der Skala. Um die Gesamtpunktzahl des SUS zu erhalten, muss die Summe der Punktzahlen der einzelnen Items mit 2,5 multipliziert werden. So reichen die SUS-Scores von 0 bis 100 in Schritten von 2,5 Punkten.

Schließlich kann die Punktzahl einer Schnittstelle mithilfe der folgenden Skala adjektiviert werden:

- (score <= 25): Unvorstellbar schlecht
- (25 < score <= 51,7): Schlecht
- (51,7 < score <= 71,7): Fair
- (71,7 < score <= 80,7): Gut
- (80,7 < score <= 84,1): Ausgezeichnet
- (84,1 < score): Das Beste, was man sich vorstellen kann

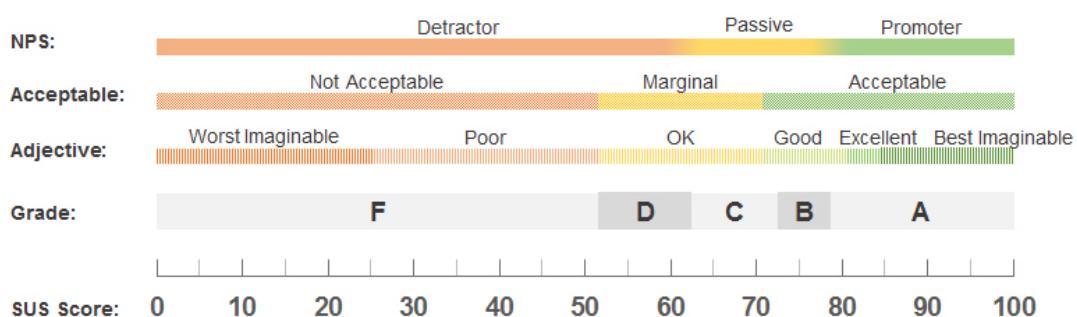


Abbildung 3.24: Noten, Adjektive, Akzeptanz und NPS-Kategorien in Verbindung mit den SUS-Rohwerten[17]

3.3.2.3 Bewertung durch Vergleich

Wenn ein Nutzerproblem gut bekannt ist und bereits eine oder mehrere Verbesserungsideen vorgeschlagen wurden, ist es sinnvoll, die relevanteste mithilfe eines Vergleichstests zu bewerten. Die Idee dahinter ist sehr einfach: Dem Benutzer wird eine Aktion gegeben,

3 Analyse

die er auf zwei Schnittstellen ausführen muss. Am Ende des Tests wählt der Benutzer aus, welche Schnittstelle er bevorzugt hat. Wenn die Schnittstellen nicht entwickelt werden, reichen einfache Screenshots zum Vergleich aus. Dieses Vergleichsverfahren hat einen Namen, der häufiger verwendet wird: *A/B-Testing*.

3.3.2.4 Techniken der Tester-Nutzer-Interaktion

Da ein Teil der Tests informell ist, ist es notwendig, Testmethoden zu definieren, um zu verhindern, dass die Diskussion zu sehr abschweift, und gleichzeitig so viel Feedback wie möglich zu erhalten. Eine einfach umzusetzende Idee und das Erhalten eines mündlichen Berichts vom Nutzer mithilfe der Think Aloud (TA)-Technik (*Lautes Denken* auf Deutsch). Dazu muss der Tester nur angeben, dass er mit dem Benutzer darüber sprechen möchte, was er tut, während er es tut. Wenn die Teilnehmer aufhören zu sprechen, was häufig vorkommt, wenn sie mit einer Aufgabe sehr beschäftigt sind, werden sie aufgefordert, das Sprechen wieder aufzunehmen.

Auch aus Gründen des Mangels an potenziellen Nutzern in der Nähe der Büros des Unternehmens werden die Usability-Tests synchron aus der Ferne durchgeführt. Dies hat den großen Vorteil, dass wir Zugang zu internationalen Teilnehmern haben und ihnen die Möglichkeit bieten, in einer vertrauten Umgebung zu arbeiten, die eine mittelmäßig verzerrte Testdurchführung ermöglicht. Auch wenn dieser Ansatz weniger interaktiv zu sein scheint als in der Nutzerpräsenz, haben Tests gezeigt, dass die Ergebnisse mit den Ergebnissen vergleichbar sind, die mit traditionelleren Tests erzielt werden[12].

3.3.3 Aufbau von Usability-Tests

Nachdem wir festgelegt haben, was wir testen und wie wir es testen, ist es an der Zeit, unsere Tests und die benötigten Medien zu definieren. Zehn Hauptthemen ergeben sich aus der Definition des Testabdeckung:

1. **Gerätefehlererkennung:** Fähigkeit des Nutzers, mithilfe der interaktiven Karte Streitigkeiten an den Sensoren eines *Site* zu erkennen.
2. **Offline-Sensorerkennung:** Fähigkeit des Nutzers, einen Sensor zu erkennen, der offline auf der interaktiven Karte angezeigt wird.
3. **Erschwinglichkeit des Sicherheitsdesigns:** Fähigkeit der Schnittstelle der interaktiven Karte, dem Nutzer zu vermitteln, dass ein *Site* sicher ist oder nicht.
4. **Karte überlagern:** Welcher Kartentyp zwischen Satellitenansicht und Planansicht am besten geeignet ist, hängt von der Lage zwischen Wald und Stadtgebiet ab.
5. **Erstellung von Einsatzpaketen:** Fähigkeit des Nutzers, Sensoren zu planen, die an einem *Site* installiert werden sollen.
6. **Ausgabe des Einsatzpakets:** Fähigkeit des Benutzers, ein geplantes Sensorpaket für einen *Site* zu bearbeiten.
7. **Ablauf des Feueralarms:** Fähigkeit des Benutzers, bei einem Waldbrand schnell einen *Site* zu identifizieren.
8. **Notruf:** Fähigkeit des Nutzers, bei einer Warnung die zuständigen Behörden zu kontaktieren.

9. **Teilen von Feueralarm:** Fähigkeit des Nutzers, den Alarmstatus teilen zu wollen und zu können.
10. **Reaktion auf Feueralarm-E-Mails:** Reaktion und Verhalten des Nutzers auf eine E-Mail mit Waldbrandalarm.

Diese Themen werden mit dem Nutzer in der gleichen Reihenfolge besprochen. Die beiden Themen **Karte überlagern** und **Reaktion auf Feueralarm-E-Mails** werden mithilfe eines A/B-Tests quantifizierend gemessen. Die anderen Themen werden informelle Usability-Tests sein, die die TA-Methode verwenden und auf einfachen Aufgaben basieren, die auf der Silvanet-Schnittstelle direkt ausgeführt werden müssen. Die Aufgabenstellung für die verschiedenen Aufgaben lautet wie folgt:

Thema	Aufgabenstellung
Gerätefehlererkennung	Derzeit gibt es ein Problem mit einigen Geräten auf einer der <i>Site</i> . Lokalisieren Sie sie mit Hilfe der Kartenansicht und teilen Sie mir mit, wo das Problem liegt. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Offline-Sensorerkennung	Es gibt einen <i>Site</i> namens "Eberswalde B", der einen Offline-Sensor hat. Nennen Sie mir in der Standortübersicht den Namen/die Kennung des Geräts. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Erschwinglichkeit des Sicherheitsdesigns	Wählen Sie in der Kartenansicht einen <i>Site</i> Ihrer Wahl und sagen Sie mir, ob er sicher ist oder nicht und warum. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Erstellung von Einsatzpaketen	Erstellen Sie ausgehend von der <i>Site</i> ansicht ein neues Einsatzpaket für den Standort "Eberswalde Demo", das 1 <i>Mesh-Gateway</i> und 2 Sensoren enthält. Platzieren Sie diese in gleichem Abstand auf der Karte, um das Paket fertigzustellen. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Ausgabe des Einsatzpakets	Bearbeiten Sie den Namen des Pakets, das Sie gerade erstellt haben. Danach entfernen Sie es. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Ablauf des Feueralarms	Es gibt einen Feueralarm in einem Ihrer <i>Sites</i> . Sagen Sie laut, an welchem <i>Site</i> und wo das Feuer ungefähr ausgebrochen ist. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Notruf	Versuchen Sie, in der Brandmeldezenterale den Notdienst anzurufen. Sprechen Sie die Informationen, die Sie wahrscheinlich sagen werden, laut aus. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".
Teilen von Feueralarm	Es brennt gerade und Sie wollen es mit einem Ihrer Mitarbeiter teilen. Was werden Sie tun? Wenn Sie fertig sind, sagen Sie bitte "Ich bin fertig".

Tabelle 3.2: Aktionen, die der Nutzer im Rahmen von Usability-Tests durchführen muss

Im Anschluss an jede vom Nutzer durchgeführte Aktion sollte ihm ein SUS-Fragebogen angeboten werden, um die empfundene Erfahrung zu quantifizieren.

3.3.4 Ablauf der Usability-Tests

Die Benutzertests werden im Remote-Modus durchgeführt, bei dem der Bildschirm des Benutzers geteilt wird, um seine Bewegung zu verfolgen. Das Online-Videoanruftool Google Meet⁴ wird aus folgenden Gründen dafür verwendet:

1. Out-of-the-Box-Webanwendung, die keine besondere Installation erfordert
2. Verfügbare Dienste in den Regionen der Welt, auf die sich die Suche bezieht
3. Kostenlose Lösung

Die verschiedenen Anleitungen zur Durchführung von Usability-Tests und das dazugehörige SUS-Formular werden dem Nutzer in Form eines Online-Fragebogens präsentiert, der mit dem Tool Google Form⁵ erstellt wurde. Die A/B-Tests werden dem Nutzer auch in der Google Form präsentiert.

⁴<https://meet.google.com/>

⁵<https://www.google.com/forms/about/>

3.3 Benutzertests



DRYAD
CONNECTING THE NATURAL WORLD

user evaluation support

johann@dryad.net (not shared) [Switch account](#)

* Required

Device error recognition

There is currently a problem with some devices in one of the sites. Localize them by using the map view and tell me what the problem is. When you have finished, please say "I'm done".

SUS survey *

(1 → Strongly disagree) | (5 → Strongly agree)

	1	2	3	4	5
I think that I would like to use this system frequently.	<input type="radio"/>				
I found the system unnecessarily complex.	<input type="radio"/>				
I thought the system was easy to use.	<input type="radio"/>				
I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.	<input type="radio"/>				
I found the various functions in this system were well integrated.	<input type="radio"/>				
I thought there was too much inconsistency in this system.	<input type="radio"/>				
I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.	<input type="radio"/>				
I found the system very awkward to use.	<input type="radio"/>				
I felt very confident using the system.	<input type="radio"/>				
I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.	<input type="radio"/>				

Abbildung 3.25: Beispiel einer Frage aus dem Formular für die Usability-Forschung, das dem Benutzer vorgelegt wird

3 Analyse

The screenshot shows a user evaluation support interface for DRYAD. At the top, there's a logo with three stylized trees and the word "DRYAD" with the tagline "CONNECTING THE NATURAL WORLD". Below the logo is a login field with the placeholder "johann@dryad.net (not shared) Switch account" and a note "* Required". The main content area is titled "user evaluation support". A question asks: "You are exploring some site's devices. Which map view would use for your task and why? When you have finished, please say "I'm done."". Below this, two map options are presented: "A" (a standard map view showing a forest area with yellow and green markers) and "B" (a satellite view of the same area, also showing yellow and green markers). At the bottom, there's a section titled "Your choice *". It shows two images labeled "Image A" and "Image B", each with a radio button next to it.

Abbildung 3.26: Beispiel eines A/B-Vergleichs des Formulars für die Untersuchung der Usability, die dem Benutzer präsentiert wird

Der Nutzer wird gefragt, ob er die Frage und die Aufgabe richtig verstanden hat, und muss dann die Aufgabe ausführen, während er die durchgeführten Aktionen mündlich erläutert. Es werden Notizen über die Interaktion des Nutzers mit der Schnittstelle mittels

Videoübertragung seines Bildschirms und über die mündlichen Erklärungen des Nutzers gemacht. Wenn der Nutzer eine Frage oder Anmerkung hat, dann kann eine offene Diskussion gestartet werden, um ungeplantes Feedback zu erhalten. Da die technische Leistung der Schnittstelle nicht quantifiziert wird, müssen die Benutzeraktionen für diese Tests nicht zeitlich festgelegt werden.

Nach einer Reihe von Pilottests, die mit drei Mitgliedern des Cloud-Teams von Dryad durchgeführt wurden, um Inkonsistenzen, Ungenauigkeiten oder Sprachfehler im Test und im Formular zu identifizieren, war es an der Zeit, den Usability-Test mit einem echten Benutzer durchzuführen. Da Dryad noch ein junges Startup ist, ist die Anzahl der Kunden begrenzt und die, die bereit sind, sich eine Stunde Zeit zu nehmen, um an den Tests teilzunehmen, noch weniger. Glücklicherweise war ein Kunde aus Südkorea bereit, bei dem Versuch, die Qualität des Produkts zu verbessern, zu helfen, indem er die Einladung zum Test annahm.

3.3.5 Ergebnis der Benutzertests

Letztendlich konnte nur ein Nutzer den Usability-Test vollständig bestehen. Dies ist für ein relevantes und unvoreingenommenes Feedback wirklich zu vernachlässigen, aber leider war es nicht möglich, in der vorgegebenen Zeit mehr Kandidaten zu bekommen. Die Testergebnisse bleiben dennoch sehr interessant. Hier sind die SUS-Bewertungen für die verschiedenen Themen, die für diesen Benutzer gesammelt wurden.

Thema	SUS-Bewertungen	Entsprechendes Adjektiv
Gerätefehlererkennung	35	Schlecht
Offline-Sensorerkennung	55	Schlecht
Erschwinglichkeit des Sicherheitsdesigns	40	Schlecht
Erstellung von Einsatzpaketen	90	Das Beste, was man sich vorstellen kann
Ausgabe des Einsatzpakets	65	Fair
Ablauf des Feueralarms	95	Das Beste, was man sich vorstellen kann
Notruf	97.5	Das Beste, was man sich vorstellen kann
Teilen von Feueralarm	67.5	Fair

Tabelle 3.3: Ergebnisse der SUS-Bewertungen nach Themenbereichen der Fragen.

Diese Ergebnisse und das mündliche Feedback der Nutzer zeigen sehr deutlich, dass die Schnittstelle im Allgemeinen *Fair* ist, außer bei den Punkten, die die interaktiven Karten betreffen, die alle als *Schlecht* bezeichnet werden. Diese Beobachtung ist für die Dryad-Teams keineswegs eine neue Erkenntnis, da sie die mangelnde Nutzbarkeit interaktiver Karten ebenso anerkennen. Die Mehrheit der Probleme mit der interaktiven Karte wurden von den Nutzern wie folgt klar benannt.

1. Unmöglichkeit, auf einer Gesamtansicht zu einer *Site* zu navigieren
2. Unverständnis, wenn beim Zoomen in eine *Site* die Sensoren nicht angezeigt werden und nichts passiert.

3 Analyse

3. Die vielen verschiedenen Farben der Marker erschweren die Schlussfolgerung
4. Unmöglichkeit, schnell zu erkennen, ob eine *Site* ein Problem hat oder nicht

A/B-Tests waren auch interessant, mündlich mit dem Nutzer direkt zu analysieren. Die interaktiven Karten mit Satellitenansicht sind sogar in städtischen Gebieten besser geeignet als die mit Kartenansicht. Der Nutzer erklärt, dass er häufiger die Satellitenansicht der Google Map-Anwendung nutzt, was die Erfahrung vertrauter macht. Auch die Satellitenansicht ermöglicht es, die Bilder des Waldes sehr genau zu sehen.

Der andere A/B-Test war ebenfalls interessant. Ein Vorschlag für ein neues E-Mail-Design mit weniger Rohdaten und nur einem Link zur Warnseite der Anwendung wurde mit der aktuellen Version verglichen. Der Nutzer fühlte sich sicherer, wenn er die E-Mail mit mehr Daten erhielt, da er so schneller und einfacher mit den Medien teilen konnte, die er gewöhnlich benutzt.

3.3 Benutzertests

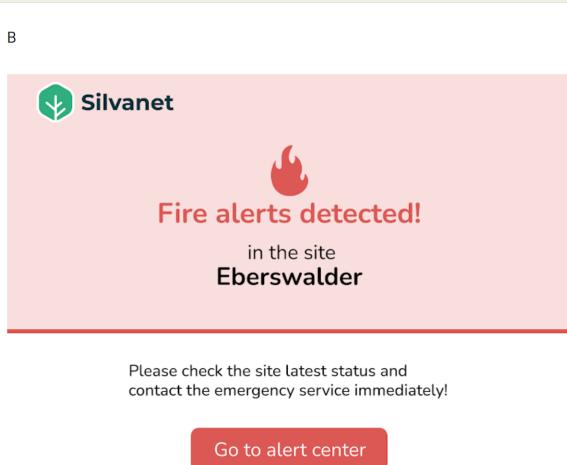
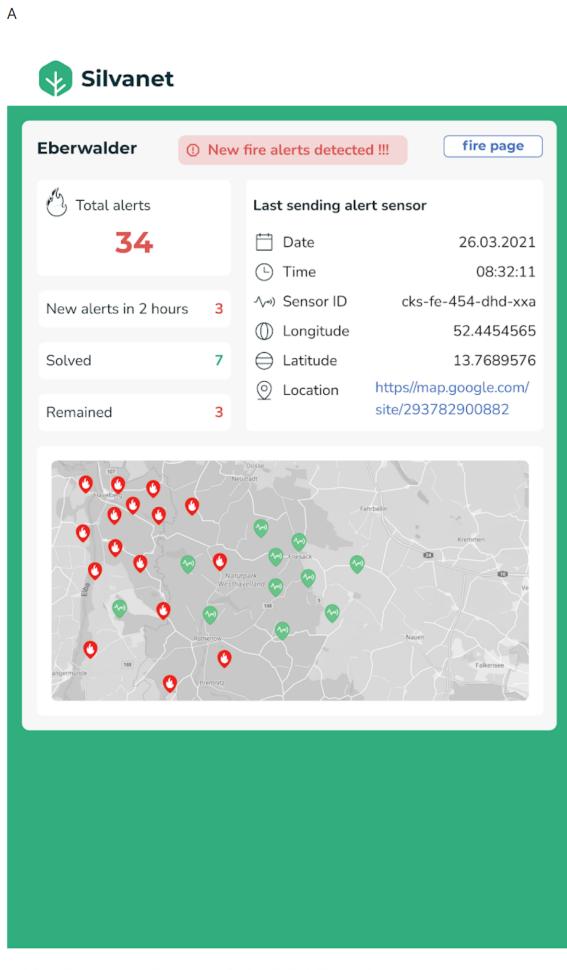


Abbildung 3.27: Vergleich zweier E-Mail-Designs, die den Nutzer über die Entdeckung eines Waldbrandes durch das Silvanet-System benachrichtigen.

3 Analyse

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Benutzerests die Annahme bestätigten, dass interaktive Karten schwer zu verwenden sind, dass der Benutzer sich den Daten nahe fühlen möchte und dass das Hauptfeature der Waldbranderkennung und -verwaltung in Bezug auf die Kontaktaufnahme mit den lokalen Entscheidungsträgern nutzbar ist.

3.4 Benutzerumfrage über die Feuerwehr-Community

Ein wichtiger Aspekt der Silvanet-Anwendung ist die Benachrichtigung und Anzeige von Informationen über das Entstehen eines Waldbrandes und dessen Verfolgung in Echtzeit. Es ist jedoch zu beachten, dass die Anwendung nicht für den Gebrauch durch Feuerwehrleute bestimmt ist. Eine von Dryad im Vorfeld durchgeführte interne Untersuchung zeigte, dass die große Mehrheit der Feuerwehrleute seit vielen Jahren mit bestimmten Computer- oder anderen Lösungen arbeitet. Der Versuch, mit dieser Gewohnheit durch eine noch so gut genutzte Anwendung zu konkurrieren, wäre also ein Misserfolg.

Die Anwendung beschränkt sich also darauf, die Informationen an den für den Standort verantwortlichen Kunden weiterzuleiten, der dann selbst die örtlichen Behörden und die Feuerwehr kontaktieren muss, die dann wie bisher die Arbeit übernehmen wird. Die Feuerwehrleute, die auf den Platz gehen, sind nämlich nicht die Feuerwehrleute, die bei einem Notfall mit der Nummer 911 z. B. gerufen werden. Diejenigen, die angerufen werden und die Informationen über den Notfall erhalten, heißen *Dispatchers*. Sie entscheiden anhand der erhaltenen Informationen, wie viele Einheiten wohin geschickt werden und leiten die Informationen an die Feuerwehrleute weiter, die vor Ort sind. Eine Situation, in der ein Waldbrand entdeckt wird, kann also mit dem folgenden Use-Case-Diagramm schematisiert werden:

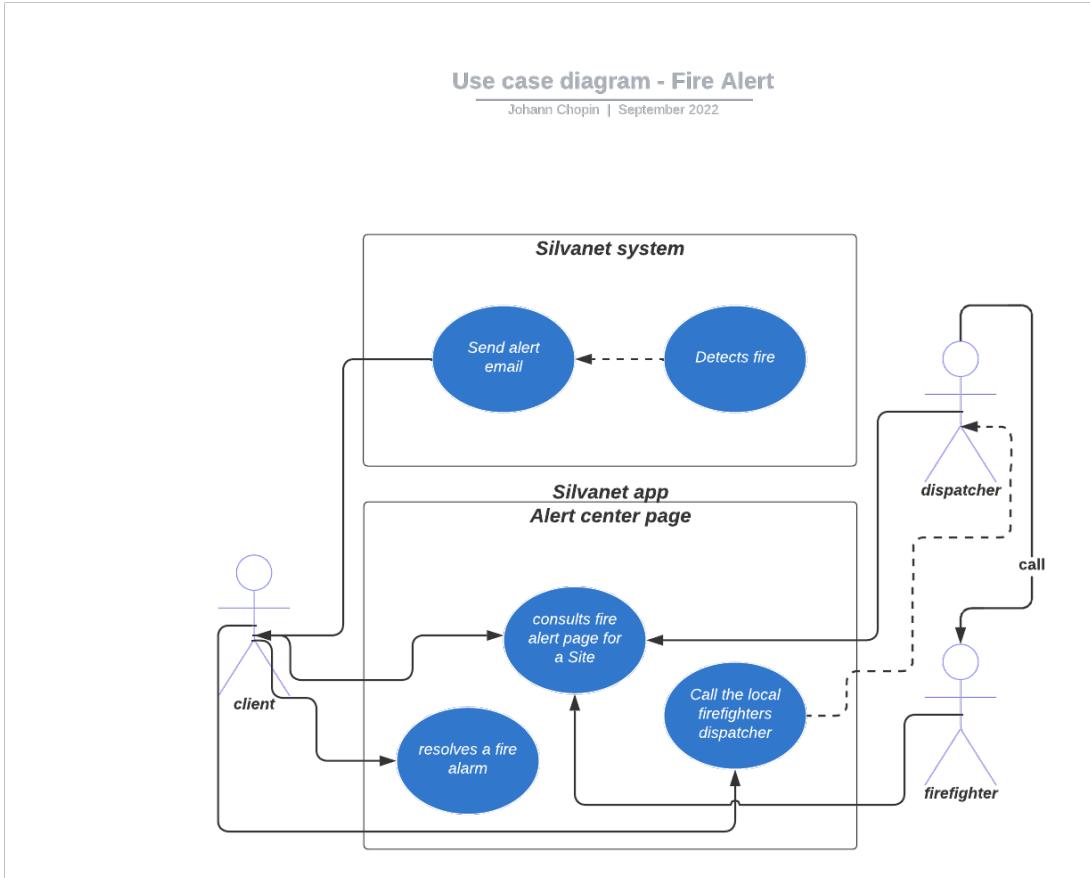


Abbildung 3.28: Use-case-diagramm, das Kunden, Dispatchers, Feuerwehrleute, das Silvanet-System (Netzwerk von Sensoren im Wald) und die Silvanet-Anwendung bei der Erkennung eines Waldbrandes verbindet.

Mit dieser Darstellung kann man sehen, dass, auch wenn die Anwendung nicht direkt von Feuerwehrleuten genutzt wird (obwohl es für sie möglich ist, sie zu konsultieren), es notwendig ist, dass die Schnittstelle dem Benutzer relevante Informationen anzeigt, sodass er sie kurz und bündig und schnell an die Dispatchers weitergeben kann. Daher ist es notwendig, genauer zu wissen, was die Feuerwehrleute wissen müssen und wie sie in einer Notsituation wie einem Waldbrand vorgehen. Da wir keine relevanten Ressourcen gefunden haben, die alle Fragen beantworten, die eine Verbesserung der Silvanet-Schnittstelle ermöglichen, ist eine interne Suche erforderlich.

3.4.1 Definition des Fragebogenumfangs

Wie bei allen Benutzertests ist es notwendig, vorab festzulegen, was das Ziel der Untersuchung ist und wie es erreicht werden soll. In diesem Sinne war es auch notwendig, dass Entscheidungen von der Gruppe und nicht von Einzelpersonen getroffen wurden, um so viele Ideen wie möglich abzudecken. Außerdem war noch nicht klar, welches Medium für die Untersuchung verwendet werden sollte, und es gab viele Möglichkeiten, Informationen zu sammeln, z. B. Interviews, Fragebögen oder A/B-Vergleichstests. Ein von Cowing entwickeltes Framework für UX-Forschung namens *The Customer Question Board* ermöglicht es, das Problem mit Hilfe von Brainstorming-Sitzungen im Team zu entwirren und ein geeignetes Medium für die Forschung zu definieren. Diese Methode ist in 7 Schritte unterteilt:

3 Analyse

1. **Vorbereitung:** Der erste Schritt besteht darin, sicherzustellen, dass das Team das Ziel der Forschung versteht und weiß, welche Art von Rückmeldungen sie liefern soll.
2. **Eingabeaufforderung:** Bitten Sie das Team, Fragen auf Klebezettel zu schreiben, einen Klebezettel pro Frage. Die Frage sollte auf die Frage "Was wollen wir über Feuerwehrleute lernen?"
3. **Diskutieren und Clustern:** Bitten Sie jeden Benutzer einzeln, seine Klebezettel nach passenden Kategorien zu gruppieren. Die Idee ist zu sehen, wie Fragen auf viele verschiedene Arten gestellt werden können.
4. **Einstellung und Verhalten:** Fragen Sie das Team für jedes Cluster, ob sich die Frage auf die Einstellung oder das Verhalten des Kunden bezieht who *Einstellung* ist das, was Menschen über ein Produkt oder eine Dienstleistung sagen oder denken und *Verhalten* ist das, was Menschen mit dem Produkt oder tun ist. Stellen Sie Einstellungsfragen auf der linken Seite und Verhaltensfragen auf der rechten Seite.
5. **Qualitativ und quantitativ:** Fragen Sie das Team, ob es bei den Fragenbündeln darum geht, herauszufinden, warum etwas passiert und wie man es beheben kann (qualitative Fragen). Oder darum, wie oft oder wie viel etwas passiert (quantitative Fragen). Danach stellen Sie quantitative Fragen auf der rechten Seite und qualitative Fragen auf der linken Seite.
6. **Priorität festlegen:** Im vorherigen Punkt wurden die Fragecluster in vier Gruppen eingeteilt. Das Team muss nun festlegen, welche Gruppe am relevantesten ist.
7. **Fragen zu Methoden und Hilfsmitteln zuordnen:** Für das Cluster, das die meisten Stimmen erhalten hat, kann das Team nun herausfinden, welche Nutzerforschungsmethode es anwenden soll. Das Cluster oben rechts verwendet qualitative und strukturierte Methoden. Das Cluster oben links verwendet qualitative und unstrukturierte Methoden. Der untere linke Quadrant verwendet qualitative und indirekte Methoden. Der untere rechte Quadrant verwendet quantitative und indirekte Methoden.

Die Aktivierung wurde vom Dryad Cloud-Team mit dem Miro-Tool durchgeführt. Das Ergebnis ist das folgende Clustering. Die einzelnen Schritte des Prozesses können im Anhang .2 nachgelesen werden.

3.4 Benutzerumfrage über die Feuerwehr-Community

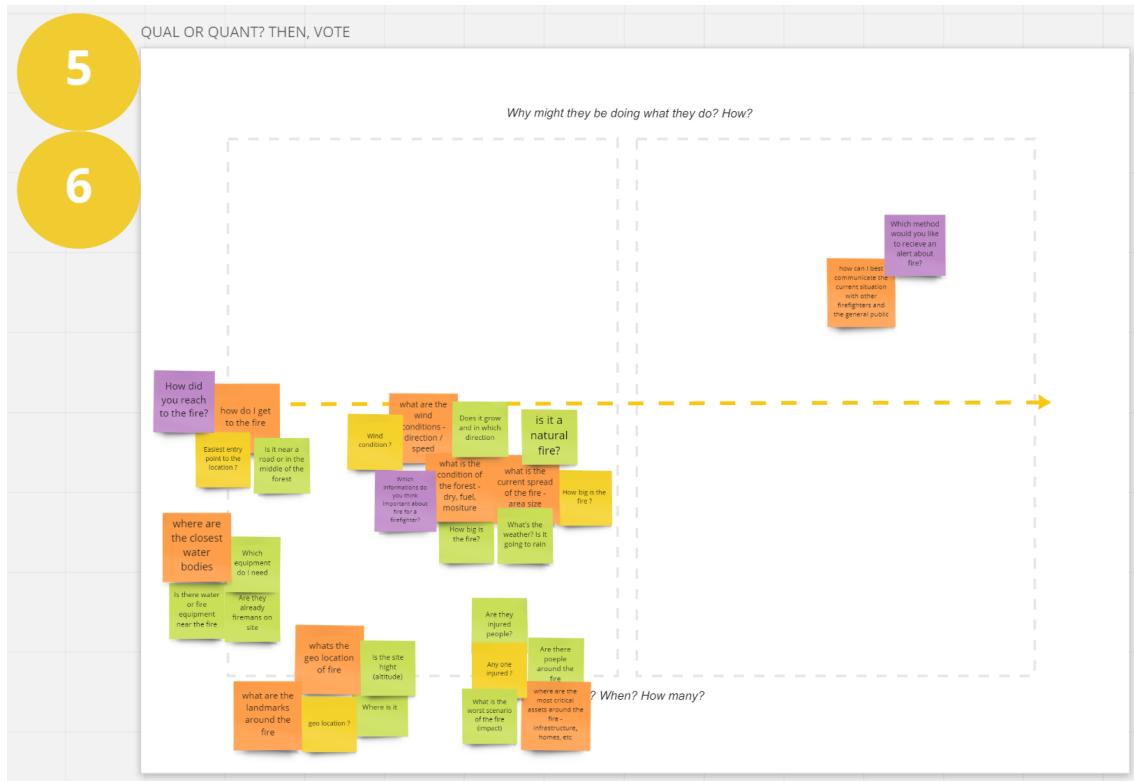


Abbildung 3.29: Ergebnis der UX-Methode des Question Board

Da sich das Ziel des Boards auf Fragen konzentriert, die sich Feuerwehrleute stellen, ist es nicht verwunderlich, dass sich die meisten Cluster im linken und unteren Teil des Boards konzentrieren. Das Framework sagt, dass wir uns damit im Bereich der Entdeckung und Befragung des Nutzers befinden. Dies zeigt uns auch, dass ein strukturierter, indirekter und schriftlicher Fragebogen eine sinnvolle Methode wäre, um diese Fragen zu beantworten[4].

Nachdem die Unterstützung etabliert ist, bleibt die Frage, was man einen Feuerwehrmann fragen kann, um die Waldbrandwarnseite in der Silvanet-Anwendung zu verbessern. Die verschiedenen Cluster, die durch die verschiedenen Fragen gebildet wurden, die von jedem Mitglied während der Aktivität gestellt wurden, heben die folgenden Interrogationen hervor:

1. Welche Informationen sind bei der Bekämpfung von Waldbränden hilfreich?
2. Welche Art von Informationen sind hilfreich, um einen Waldbrand zu erreichen?
3. Welche Informationen sind für die Vorbereitung eines Einsatzes bei Waldbränden hilfreich?
4. Wie teilen Sie die Entwicklung des Feuers mit den Behörden/Zivilisten?
5. Wie teilen Sie die Information mit, dass das Feuer vollständig gelöscht ist?
6. Welche Art von Informationen sind hilfreich, um den Verlauf des Brandes zu verstehen?
7. Welche Art von Informationen sind für die Zivilbevölkerung nach dem Erlöschen des Feuers hilfreich?

3 Analyse

Das Ziel des Fragebogens ist es daher, möglichst viele Antworten von verschiedenen Personen auf diese Fragen zu erhalten.

3.4.2 Aufbau des Fragebogens

Die Fragen, die so gestellt werden, wie sie sind, sind sehr offen und sie so zu stellen, wie sie sind, mit einem Eingabefeld, würde es wahrscheinlich ermöglichen, qualitativ hochwertige Antworten zu erhalten, die es erlauben, auf andere Fragen zu antworten, die bei der Gestaltung des Formulars nicht einmal angedacht waren. Es ist jedoch erwiesen, dass die Aufforderung an den Nutzer, qualitative Antworten manuell einzutippen, die Antwortquote des Fragebogens drastisch senkt, je nachdem, wie viele Fragen gestellt werden[8]. Da Dryad nicht über die Mittel verfügt, jedem Teilnehmer eine Belohnung zukommen zu lassen, werden die Antworten auf freiwilliger Basis von der Feuerwehrgemeinschaft gegeben. Mit dieser Bedingung muss der Fragebogen bestimmte Voraussetzungen erfüllen, um attraktiv zu sein und eine gute Rücklaufquote zu bieten.

So ist es relevant, Fragen mit eingeschränkten Antworten zu stellen wodurch das Ausfüllen des Formulars durch den Nutzer schneller geht, die Analyse einfacher wird und die Daten quantifiziert werden können. Das Ausfüllen des Formulars sollte nicht länger als 7-8 Minuten dauern, da die Abbruchrate bei jeder neuen Frage danach massiv ansteigt[2]. Eine Technik, die dazu beiträgt, dass der Benutzer bis zum Ende des Formulars antwortet, ist der so genannte *Trichter*, bei dem Sie zu Beginn grundlegende, allgemeine Fragen stellen, in der Mitte komplexere Fragen und am Ende wieder zu allgemeinen Fragen zurückkehren.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der bei der Erstellung dieses Formulars zu beachten ist, ist die Sicherheit vor Bias. Da die Antwortmöglichkeiten begrenzt sind, muss sichergestellt werden, dass alle möglichen Antwortmöglichkeiten abgedeckt sind. Da dies natürlich nicht möglich ist, muss jede Frage ein optionales Eingabefeld enthalten, in dem der Nutzer eine Bewertung abgeben kann, wenn er der Meinung ist, dass die vorgeschlagenen Antworten nicht die relevantesten sind.

Die Fragen des Formulars werden in vier Themenbereiche unterteilt.

Thema	Beschreibung
Über Sie	Frage, mit der Sie mehr über das Dienstalter und den Standort des Feuerwehrmanns erfahren können, um das Formular langsam zu beginnen.
Herausforderungen bei der Feuerbekämpfung	Frage, die sich aus dem Question Board ergeben und von 1 bis 3 reichen.
Verwaltung nach dem Brand	Frage, die sich aus dem Question Board ergeben und von 4 bis 7 reichen.
Rolle elektronischer Geräte	Weniger intensive Fragen zum Einsatz von elektronischen Hilfsmitteln für erfolgreiche Missionen.

Tabelle 3.4: Unterschiedliche thematische Schwerpunkte des Fragebogens, die eine Trichterstruktur ermöglichen

Das Formular besteht also aus Textarea für die manuelle Eingabe durch den Benutzer, aus Checkboxen und Radiobuttons für eine eingeschränkte Auswahl mit einer Auswahlmöglichkeit "andere" und aus Multiple-Choice-Rastern, die für jede Zeile eine andere Antwort anbieten, und in der Spalte eine Skala von 1 bis 7, um die Relevanz der Antwort zu bewerten, wobei 1 **unnötig** und 7 **notwendig** ist.

3.4 Benutzerumfrage über die Feuerwehr-Community

Welche Informationen sind bei der Bekämpfung von Waldbränden hilfreich? *							
(1 → unnötig) (7 → erforderlich)							
	1	2	3	4	5	6	7
Feuerdimensionen	<input type="radio"/>						
Windrichtung	<input type="radio"/>						
Windgeschwindigkeit	<input type="radio"/>						
Luftfeuchtigkeit	<input type="radio"/>						
Temperatur	<input type="radio"/>						
Aktuelles Wetter	<input type="radio"/>						
Wettervorhersage	<input type="radio"/>						
Vorhandensein einer menschlichen Infrastruktur	<input type="radio"/>						
Möchten Sie noch etwas hinzufügen? Fühlen Sie sich frei, uns mitzuteilen, was Ihrer Meinung nach wichtig ist und oben nicht erwähnt wurde.							
Your answer <hr/>							

Abbildung 3.30: Beispiel einer Frage mit Multiple-Choice-Rastern mit der Möglichkeit, Details hinzuzufügen aus dem Formular für die Feuerwehr

Das Formular sollte auf der ganzen Welt verbreitet werden, um möglichst viele und möglichst unterschiedliche Antworten zu erhalten. Daher wurde das Formular in die drei Sprachen Englisch, Deutsch und Französisch übersetzt. Das deutsche Formular finden Sie im Anhang 4.

3.4.3 Teilen des Fragebogens

Nun, da das Formular die relevanten Fragen enthält, nicht verzerrt ist und weniger als sieben Minuten dauert, muss es noch geteilt werden. Das Zielpublikum sind Gruppen von Feuerwehrleuten, die den Fragebogen dann an Bekannte weitergeben könnten. Da ich keine Vorkenntnisse in diesem Bereich hatte, musste ich das Formular über das klassische Netzwerk teilen. Die verwendeten Zielplattformen waren:

- die Linkedin-Verbindungen

3 Analyse

- Feuerwehrgruppen auf Reddit
- Feuerwehrgruppen auf Facebook
- Kontaktseite verschiedener Feuerwehren
- gezieltes Versenden von E-Mails an Feuerwehradressen

Die erste Annäherung erfolgte über den Namen des Unternehmens direkt, das in der Branche innovativ sein wollte und nach professionellem Feedback suchte. Dennoch war der Empfang durch die Gemeinde nicht sehr herzlich, sodass wir unsere Strategie ändern mussten. So musste ich den Fragebogen persönlich weitergeben und auf seine Bedeutung für meine Thesis hinweisen. Diese Vorgehensweise kam besser an und führte zu guten Antworten.

3.4.4 Ergebnis des Fragebogens

Um im Zeitplan zu bleiben, wurde beschlossen, dass etwa 60 Antworten ausreichen würden, um eine Analyse der ersten Bedürfnisse der Feuerwehr zu erstellen. Die verarbeiteten Antworten können in Form von Grafiken im Anhang .5 eingesehen werden.

Die wichtigste Erkenntnis aus dieser Untersuchung für das Produkt von Dryad ist, dass die Schnittstelle in der Lage ist, den Austausch von Informationen vom Kunden an die Feuerwehr zu erleichtern, aber auch von der Schnittstelle direkt an die Feuerwehr. Die meisten Feuerwehrleute nutzen Tablets und Smartphones 25, um Echtzeitinformationen über Karten und Wetter zu erhalten 26. Darüber hinaus erfolgt der Informationsaustausch zwischen Feuerwehrleuten und Außenstehenden zunehmend digital über soziale Netzwerke und Community-Websites 21 20. Ein Verbesserungspunkt der Silvanet-Schnittstelle wäre also, dass man relevante Inhalte des entdeckten Waldbrandes einfach an die Zivilbevölkerung weitergeben könnte, und zwar durch Standards wie ein Übersichtsbild, eine PDF-Datei mit weiterführenden Details oder einen öffentlichen Link zur Seite des Warnzentrums, der es jedem ermöglicht, den Verlauf des Feuers auf der interaktiven Karte in Echtzeit zu verfolgen. Was zunächst relevant zu sein scheint, sind die Risiken für die Menschen in der Nähe des Feuers, z. B. ob ein Feuer wieder aufflammen kann oder ob Giftstoffe vorhanden sind, sowie die Kartografie des vom Feuer betroffenen Gebiets.

Was die Feuerwehr direkt betrifft, sollte das Interface in der Lage sein, die Windrichtung auf verschiedenen interaktiven Karten anzuzeigen 22, eine Wettervorhersage zu machen und anzuzeigen 17, ob sich Häuser oder menschliche Strukturen in der Nähe des Brandherdes befinden oder nicht 17. In einer zweiten Iteration könnte die Schnittstelle Funktionen zur Anzeige der Größe des Waldbrandes, der Bodenzusammensetzung am Brandort, des Vorhandenseins von Wasserreserven in der Nähe des Brandortes 19 und des Vorhandenseins eines Weges oder einer Straße zum Brandort bereitstellen 18.

Diese Ergebnisse sind auch insofern von Vorteil, als die Warnseite der Anwendung und die an den Kunden gesendete Warnmail die wichtigsten Informationen auf einfache Weise enthalten und so eine direkte und schnelle Kommunikation mit den Dispatchers ermöglichen.

3.5 Zusammenfassung

Die ergonomische Analyse, die Benutzertests und der Fragebogen für die Feuerwehr haben konkret mehr oder weniger vitale Lücken innerhalb der Silvanet-Schnittstelle aufgedeckt. Dies führte zu einer neuen Roadmap und einer Vielzahl von Aufgaben, die erledigt

3.5 Zusammenfassung

werden mussten, um die Erfahrungen der vielen zukünftigen Nutzer zu verbessern. An- gesichts der neuen Arbeitsbelastung mussten wir die Aufgaben priorisieren und sie so zuweisen, dass sie in der vorgegebenen Zeit der Thesis umgesetzt werden konnten. Eine der Hauptaufgaben wird es sein, die interaktiven Karten nutzbar zu machen und ihre SUS-Bewertung zu verbessern. Zweitens scheint es, dass die ergonomische Inspektion und die Benutzertests einen Bedarf für das aktuelle Navigationssystem der Benutzeroberfläche aufzeigen. Eine Standardisierung scheint notwendig zu sein, um dem Nutzer eine einheitliche Erfahrung zu bieten. Schließlich könnten einige gezielte Teile der Benutzeroberfläche laut dem Ergonomiebericht verbessert werden. Dies betrifft insbesondere die Relevanz von Warnungen, die Lokalisierung der Schnittstelle und schließlich die Usability der Planungsseite einer *Site*.

4 Konzeption

In diesem Kapitel werden die Konzepte beschrieben, die entwickelt wurden, um die in Kapitel 3 beobachteten Lücken zu schließen. Dazu gehören die Standardisierung der Navigation auf der Benutzeroberfläche 4.1, die ergonomische Verbesserung bestimmter Teile der Benutzeroberfläche 4.2 und die Neudefinition der Funktionsweise und Logik interaktiver Karten 4.3.

4.1 Standardisierung der Schnittstellennavigation

Wie insbesondere bei ergonomischen Inspektionen und Benutzertests beobachtet wurde, kann die Schnittstelle für den Benutzer manchmal verwirrend sein, da er oft den roten Faden der Schnittstelle zu verlieren scheint. Dennoch gibt es zahlreiche Regeln und Standards für Schnittstellen, die es dem Benutzer erleichtern, sich in einer komplexen Schnittstelle zurechtzufinden. In diesem Abschnitt werden einige Strategien vorgestellt, die in der endgültigen Schnittstelle implementiert werden.

4.1.1 Lokalisierung von Seiten

Wenn ein Benutzer zwischen verschiedenen Seiten einer Webanwendung navigiert, muss er sehr schnell erkennen können, auf welcher Seite er sich befindet. Wenn er keine normierte Referenz auf der Schnittstelle hat, kann es ihn Zeit und kognitive Belastung kosten, die Schnittstelle zu identifizieren, auf der er sich befindet, und die Verbindung nachzuvollziehen, die sie mit den anderen Schnittstellen der Anwendung hat. Dies kann passieren, wenn sie viel zurückgehen, um eine zuvor geöffnete Seite erneut zu besuchen, oder wenn sie von einer Seite zu einer anderen weitergeleitet werden. Schlimmer noch, wenn der Nutzer auf eine neue Seite gelangt, die er nicht kennt, muss er die Schnittstelle untersuchen, um zu versuchen, den Kontext der Seite zu erfassen, was eine unnötige Anstrengung erfordert. Die beiden folgenden Beispelseiten haben zum Beispiel keine klaren Elemente, die es dem Nutzer ermöglichen, schnell zu erkennen, auf welcher Seite er sich befindet.

4 Konzeption

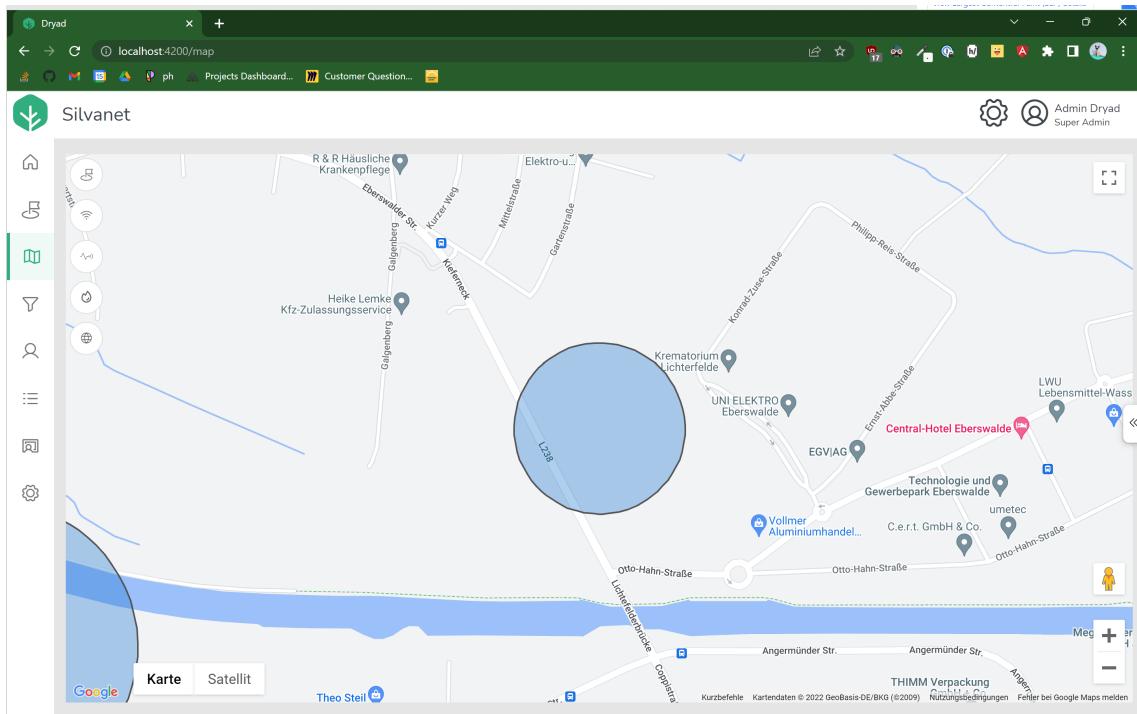


Abbildung 4.1: Seite der Schnittstelle mit einer interaktiven Karte der verschiedenen *Sites*

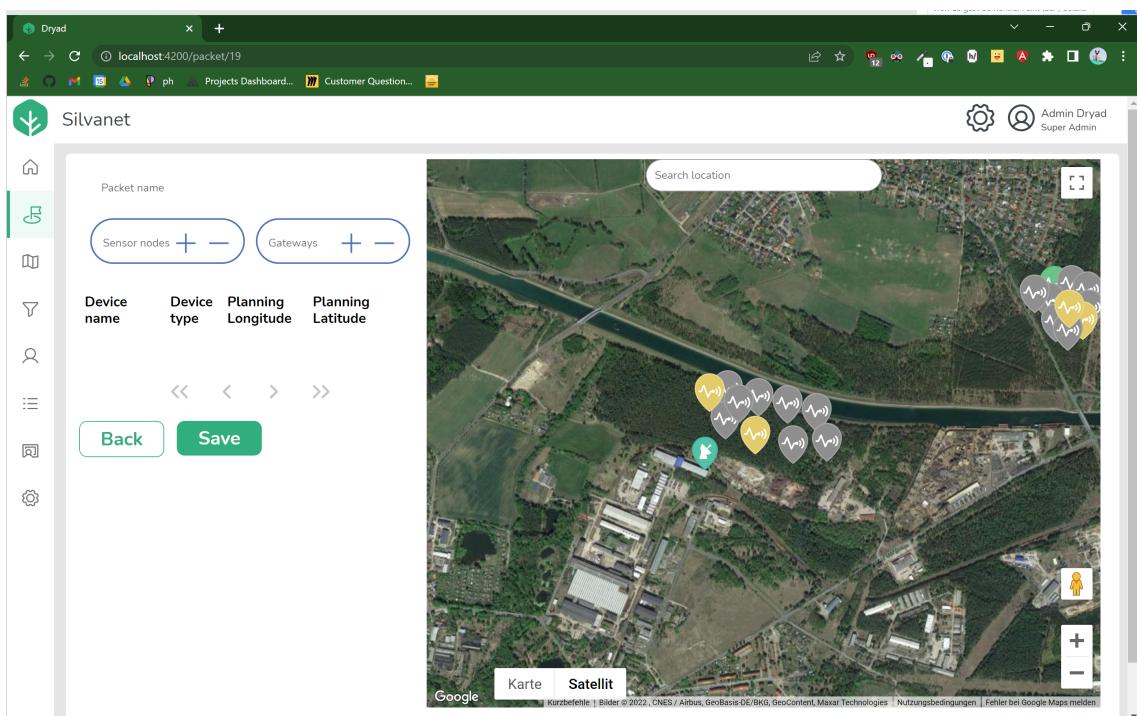


Abbildung 4.2: Seite der Schnittstelle, mit der Sie den Einsatz von Sensoren an einem *Sites* planen können.

Auf diese Weise ist es für einen Nutzer nicht möglich, zu definieren, auf welcher Seite er sich befindet. Es gibt jedoch viele standardisierte Strategien, die ein entspanntes Surfen ermöglichen. Die erste, die sogar ein Muss für die Zugänglichkeit einer Schnittstelle ist, ist das Vorhandensein eines aussagekräftigen Seitentitels. Dieser Seitentitel wird

4.1 Standardisierung der Schnittstellennavigation

in HyperText Markup Language (HTML) im Header der Seitenstruktur deklariert und ermöglicht es, einen benutzerdefinierten String in der Titelleiste des Browsers, im Seitenfenster oder auch im Verlauf des Browsers anzuzeigen. Anhand eines aussagekräftigen Titels kann ein Benutzer leicht erkennen, welche Webseite er gerade benutzt und wann sich die Webseite geändert hat. Der Titel kann zur Identifizierung der Webseite verwendet werden, ohne dass die Benutzer den Inhalt der Seite lesen oder interpretieren müssen. Die Benutzer können den gewünschten Inhalt schneller finden, wenn genaue, beschreibende Titel in Sitemaps oder Listen von Suchergebnissen erscheinen.

So empfehlen die Zugänglichkeitsstandards der Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)[7], dass der Titel einer Seite in der Lage ist:

- Das Thema der Webseite identifizieren
- Sinn machen, wenn sie ohne Kontext gelesen werden, z. B. in einer Website-Karte oder einer Liste von Suchergebnissen
- Kurz sein
- Angabe der Website oder einer anderen Ressource, zu der die Webseite gehört

Eine Struktur, die von der großen Mehrheit der Web-Schnittstellen verwendet wird, kann durch die folgende Notation dargestellt werden

<Eindeutiger Titel der Seite> <Trenner> <Titel der Anwendung>.

Im Fall der Silvanet-Anwendung von Dryad wurden die folgenden Standards festgelegt:

- <Titel der Anwendung>: Dryad
- <Trenner>: •

Die Anwendung muss also in der Lage sein, für jede Seite einen Titel vorzuschlagen, der diesem Standard entspricht. Jetzt müssen Sie dem Nutzer auch noch einen Seitentitel anbieten, der für die Seite selbst relevant ist. Wie man in 4.1 und 4.2 sehen kann, bleibt der Haupttitel der Seite, der dem h1-Tag in HTML entspricht, nämlich konstant das gleiche Wort *Silvanet*.

Die Schnittstelle sollte an dieser Stelle auch einen Begriff verwenden, der den Kontext der Seite beschreibt, so dass er den Seitentitel widerspiegelt. Hier ist ein Beispiel für eine Kombination von Seitentiteln mit einem relevanten, standardisierten und kontextbezogenen Hauptseitentitel.

Seitentiteln	Hauptseitentitel
<i>Sites</i> • Dryad	Sites Management
<i>User Settings</i> • Dryad	User Settings
<i>Dashboard</i> • Dryad	Dashboard

Tabelle 4.1: Beispiel für eine Kombination von Seitentiteln mit einem Hauptseitentitel

4.1.2 Übersichtliches Navigationssystem

Die Navigation des Nutzers sollte so einfach wie möglich gestaltet werden, damit es keine Ambiguität gibt, die es dem Nutzer erlaubt, die Oberfläche selbst zu erkunden. Die ergonomische Inspektion .3 zeigt jedoch einen großen Usability-Fehler in der Seitenleiste

4 Konzeption

der Anwendung, die als Navigationsmenü fungiert. Es besteht nur aus Icons, die, wie im Punkt 3.2.1 erläutert, sehr subjektiv und hängen von der Kultur des Nutzers ab. Es ist daher notwendig, jedem Icon ein Textlabel hinzuzufügen, um die Verständlichkeit der Icons im Menü zu standardisieren. Dies nimmt jedoch Platz auf der Benutzeroberfläche in Anspruch, da der Benutzer diese Aktion schnell beherrschen und verstehen muss. Nach mehreren Besuchen auf der Benutzeroberfläche wird der Benutzer natürlich eine Verbindung zwischen den Icons und dem Label herstellen. So ist es sinnvoll, dass der Nutzer jederzeit entscheiden kann, ob er die Textkennzeichnungen ausblenden oder anzeigen möchte. In dieser Situation kann ein Kollaps-System verwendet werden.

Menü mit Textlabels	Reduziertes Menü nur mit Icons
 Map View  Dashboard  Sites  Map  Devices  User Management  Sensor Data  Experiments  Settings « Collapse	         »

Tabelle 4.2: Menü in der Sidebar, das ein Kollaps-Design implementiert

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Aspekt der Schnittstelle bleibt, dem Benutzer zu zeigen, wo er sich in der Hierarchie der Anwendung befindet. Ein UI-Element, das so alt ist wie das Web selbst, ist immer noch führend in diesem Bereich, da es dem Nutzer ermöglicht, mit einem Klick auf die oberen Ebenen der Website zu gelangen, wenig Platz auf der Benutzeroberfläche einnimmt und als sekundäres Navigationsmittel dient: die Breadcrumb [14]. Breadcrumbs sind eine Liste von Links, die die aktuelle Seite und ihre "Vorgänger" (übergeordnete Seite, Großelternseite usw.) darstellen und in der Regel bis zur Startseite der Website zurückreichen.



Home > Computer > Notebook > Accessories > Backpacks > Item

Abbildung 4.3: Beispiel einer breadcrumb-Komponente, die von der PrimeNg-Bibliothek 2.2.8 gerendert wurde

Die Schnittstelle muss eine generische Logik implementieren, die es ermöglicht, dem Benutzer auf jeder verfügbaren Seite eine Breadcrumb-Komponente anzuzeigen. Diese muss so gestaltet sein, dass das Hinzufügen von Seiten nicht dazu führt, dass der Code, der mit der Breadcrumb-Komponente verknüpft ist, in irgendeiner Weise manipuliert werden muss.

4.1.3 Hierarchie der Anwendung

Mit der breadcrumb-Komponente können Sie die Tiefenstruktur einer Seite anzeigen. Allerdings muss die Anwendung als Ganzes eine Tiefenstruktur aufweisen, damit Sie Seiten leicht in Gruppen zusammenfassen können. Wenn man sich die Sitemap ansieht, erkennt man eine sehr flache Hierarchie, die die Navigation auf der Seite sehr kompliziert macht.

4 Konzeption

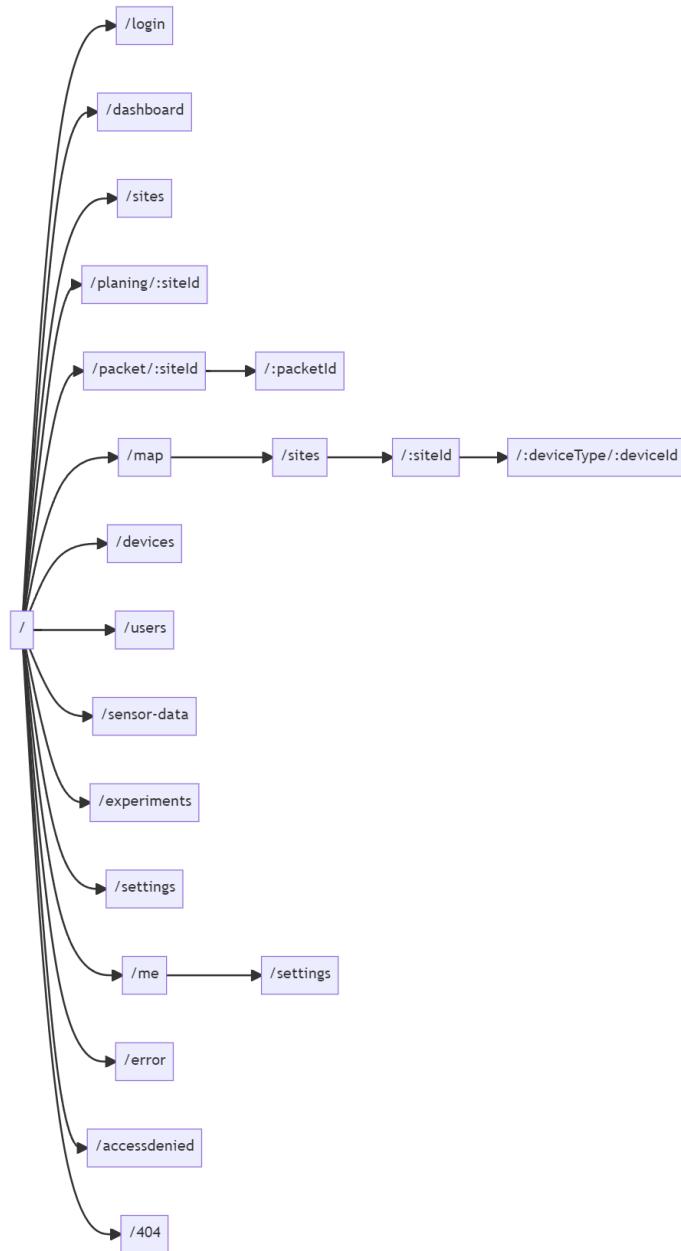


Abbildung 4.4: Schematische Darstellung der Sitemap, die alle zugänglichen Seiten und ihre Vorgänger zeigt

Das Routing der Dryad-Anwendung muss daher neu bewertet werden, um eine Downlink-Architektur zu bieten. Ein sinnvoller Ansatz für diese Aufgabe ist es, sich auf eine starke URL-Hierarchie-Konvention wie das berühmte Representational State Transfer (REST) zu stützen.

4.1.3.1 REST-Konvention der URIs

Die REST-Konvention ermöglicht eine primäre und standardisierte Darstellung der verschiedenen Daten, die als Ressource bezeichnet werden. Die Einführung einer einheitlichen und robusten Strategie zur Benennung von REST-Ressourcen wird sich als eine der besten langfristigen Designentscheidungen erweisen. In REST kann eine Ressource das sein, was als Singleton oder Sammlung bezeichnet wird. Zum Beispiel ist die Ressource

4.1 Standardisierung der Schnittstellennavigation

`users` eine Sammlung und die Ressource `user` ist ein Singleton. In diesem Fall kann auf die Sammlung mit dem Uniform Resource Identifier (URI) `/users` und auf das Singleton anhand seiner Kennung mit dem URI `/users/:userId` zugegriffen werden. Dies gilt in gleicher Weise für Untersammlungen wie z. B. ein Singleton `article` eines `user`. Dieser wird über `/users/:userId/articles/:articleId` erreichbar, wobei das Zeichen `/` eine hierarchische Beziehung anzeigt.

Die REST-Konvention legt außerdem die folgenden Regeln fest:

- Der Name einer Ressource muss immer im Plural stehen.
- Wenn der Name einer Sammlung aus mehreren Wörtern besteht, müssen diese durch einen Bindestrich getrennt werden.
- Der URI muss in Kleinbuchstaben definiert werden.

4.1.3.2 Anwenden der REST-Konvention auf die Anwendung

In der vorliegenden Form ermöglicht es die REST-Konvention praktisch, das Routing aller unserer Seiten auf strukturierte Weise zu erstellen. Dies ist der Fall bei Seiten, die eine Sammlung oder ein Singleton anzeigen wollen, aber bei sogenannten Aktionsseiten muss noch einiges getan werden. In der reinen REST-Konvention werden Aktionen direkt durch die Hypertext Transfer Protocol (HTTP)-Verben POST, DELETE, PUT definiert, da die Konvention mit dem Ziel entwickelt wurde, Webdienste über HTTP zu erstellen. Diese Verben sind für das Routing einer Webanwendung nicht verwendbar, also muss eine Alternative gefunden werden. Die Strategie besteht darin, diese Verben einfach auszudrücken, indem man einen URI an den URI der betreffenden Ressource oder des betreffenden Singletons anhängt. Dieser URI wird ein englisches Wort sein, das die Aktion so präzisiert, dass ein Nutzer sie verstehen kann. Um Aktions-URIs von Ressourcen oder Singletons zu unterscheiden, wird ihnen ein Underscore vorangestellt. Die Seite, auf der Sie einen neuen Benutzer anlegen können, hat z. B. den URI `/users/_create`.

HTTP-Verben	Entsprechender URI
POST	<code>/_create</code>
PUT	<code>/_edit</code>
DELETE	<code>/_delete</code>

Tabelle 4.3: Anpassung der HTTP-Verben der REST-Konvention für die Verwendung im Routing der Schnittstelle

Mit der Umsetzung all dieser Regeln ist es schließlich möglich, eine standardisierte Architektur der Anwendung zu definieren:

4 Konzeption

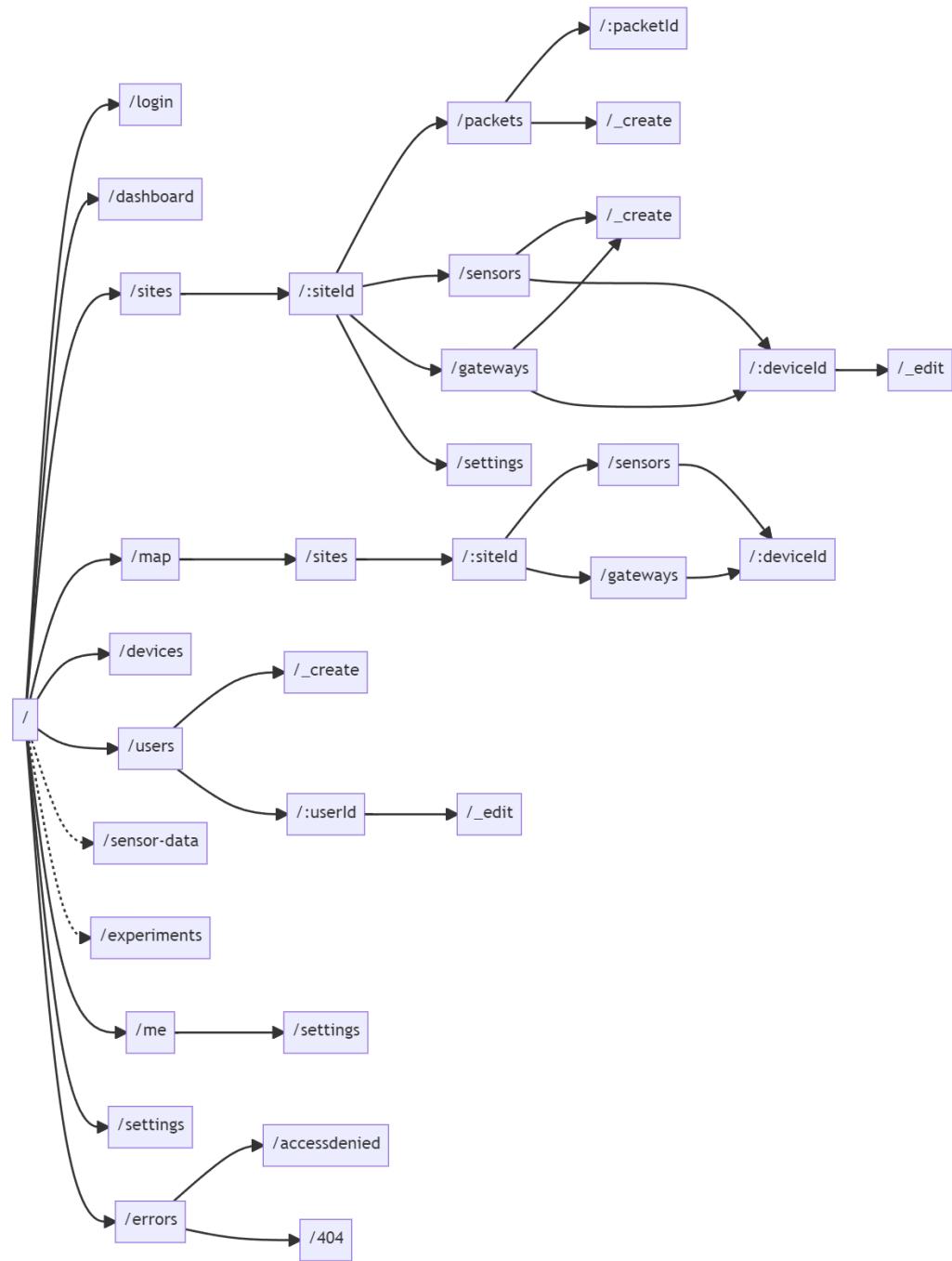


Abbildung 4.5: Schematische Darstellung der Sitemap nach einer Normalisierung mit der angepassten Konvention von REST

So kann man direkt die Relevanz dieser Normierung erkennen, die es ermöglicht, eine flache Hierarchie in eine tiefere und organisierte Baumstruktur zu verwandeln. Dies hat auch den Vorteil, dass der Nutzer ganz einfach ganz bestimmte Seiten der Anwendung teilen kann. Es würde zu lange dauern, die gesamte Hierarchie der aktuellen Anwendung zu refaktorieren, daher wird sich die Thesis nur mit der Sammlung /sites und ihren Nachkommen beschäftigen.

4.2 Gezielte ergonomische Verbesserungen

4.3 Neudefinition des Verhaltens von interaktiven Karten

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] Brent Chudoba. *How much time are respondents willing to spend on your survey?* Techn. Ber. SurveyMonkey.
- [3] Bill Chung. „Everything you need to know about skeleton screens“. In: *UX Collective* (Aug. 2018).
- [4] Julia Cowing. *The Customer Question Board*. Techn. Ber. Miroverse.
- [5] Geoffrey Crofte. „Ergonomie des interfaces et Expérience Utilisateur“. In: (2017).
- [6] Will Fanguy. *A comprehensive guide to design systems*. Techn. Ber. Inside Design, 2019.
- [7] Accessibility Guidelines Working Group. „Techniques for WCAG 2.1“. In: *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)* (2022).
- [8] Tom Hall. *How to Create Effective User Surveys*. Techn. Ber. UX Planet, Okt. 2017.
- [9] 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).
- [10] Ralph E. Johnson und Brian Foote. „Designing Reusable Classes“. In: *Journal of Object-Oriented Programming* (1988).
- [11] J. R. Lewis und J. Sauro. „Usability and User Experience: Design and Evaluation“. In: (2021).
- [12] E. McFadden, D. R. Hager, C. J. Elie und J. M. Blackwell. „Remote usability evaluation: overview and case studies.“ In: *International Journal of Human-Computer Interaction* 14 (2002), S. 489–502.
- [13] Christopher Nance. „TypeScript Essentials“. In: *Packt Publishing Ltd* (2014), S. 27–31.
- [14] Jakob Nielsen. *Breadcrumb Navigation Increasingly Useful*. Techn. Ber. Nielsen Norman Group, Apr. 2007.
- [15] P. Pappachan und M. Ziefle. „Cultural influences on the comprehensibility of icons in mobile-computer interaction“. In: *Behaviour Information Technology* 27 (2008).
- [16] Riegsecker und Austin. „Measuring Environmental Effects on LoRa Radios in Cold Weather Using 915 MHz“. Diss. Dez. 2017.
- [17] Jeff Sauro. *5 Ways to Interpret a SUS Score*. Techn. Ber. Sep. 2018.
- [18] Ken Schwaber und Jeff Sutherland. „The Scrum Guide“. In: (2010).
- [19] S. Tatsuno. „Created in Japan: from imitators to world-class innovators.“ In: (1990).
- [20] *What is Globalization?* Techn. Ber. LISA: Localization Industry Standards Association, 2011.

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[16]	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	https://www.tothenew.com/blog/optimization-of-angularjs-single-page-applications-for-web-crawlers/	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	Rendern auf die Schnittstelle einer <i>p-paginator</i> -Komponente, wie in Abbildung 2.3 deklariert.	9
2.8	Überblick über einige UI-Komponenten des Designsystems von Dryad entwickelt auf der Designanwendung Figma	10
2.9	Schematische Darstellung eines Git-Baums, der dem Standard von gitflow entspricht	12
2.10	Beispiel für die Linter-Ausführung, die einen Fehler im Terminal zurückgibt	14
3.1	Darstellung mit Icons als einzigm Label	19
3.2	Hinzufügen von Textlabels zusätzlich zu den Icons, um die Verwechslung von 3.1 einzuschränken	19
3.3	Menü mit geringer hierarchischer Unterscheidung	20
3.4	Neustrukturierung des Menüs 3.3, um die Sichtbarkeit der Hierarchie zu erhöhen	20
3.5	Anzeige von Geräteentitäten ohne Differenzierung der Formatierung	20
3.6	Anzeige von Geräteentitäten mit Differenzierung der Formatierung	21
3.7	Gemeinsame Nutzung der Formatierung der Entität Gerät	21
3.8	Beispiel einer Schaltfläche, die nach dem Anklicken einen Spinner darstellt, der eine laufende Aktion anzeigt	21
3.9	Bei einer langsamen WLAN-Verbindung zoomt der Benutzer in eine <i>Site</i> (blauer Bereich), aber es scheint nichts zu passieren. Erst nach einigen Sekunden sind die Sensoren sichtbar.	22
3.10	Beispiel für UI-Komponenten-Skeletons, die vom Library PrimeNg bereitgestellt werden	22
3.11	Messung von nicht skalierten Bereichen, die die kognitive Belastung der Schnittstelle verstärken	23
3.12	Popup, das die Details einer <i>Site</i> präsentiert	23
3.13	<i>Toastr</i> nachricht von Gmail, mit der das Löschen einer E-Mail rückgängig gemacht werden kann	24
3.14	Seite mit der Liste der <i>Sites</i> eines Nutzers	24
3.15	Darstellung des Globalisierungszyklus eines Produkts	26
3.16	Screenshot von Push-Benachrichtigungen, die nach einer Fehlbedienung an den Benutzer gesendet werden	26
3.17	Icon eines Sensors, der auf der Feueralarmtaste verwendet wird	27

Abbildungsverzeichnis

3.18	Icon, das in einer Stecknadel verwendet wird, um den Standort eines Feuers auf der Karte anzuzeigen	27
3.19	Darstellung eines Betrags als Badge	27
3.20	Darstellung eines Betrags als einfache Zahl neben der betreffenden Entität	27
3.21	Darstellung eines Ideationszyklus mit der Lotus-Blossom-Methode	29
3.22	Durchführung des ersten Ideationszyklus durch das Cloud-Team von Dryad mit der Lotus-Blossom-Methode	30
3.23	Durchführung des zweiten Ideationszyklus durch das Cloud-Team von Dryad mit der Lotus-Blossom-Methode	31
3.24	Noten, Adjektive, Akzeptanz und NPS-Kategorien in Verbindung mit den SUS-Rohwerten[17]	33
3.25	Beispiel einer Frage aus dem Formular für die Usability-Forschung, das dem Benutzer vorgelegt wird	37
3.26	Beispiel eines A/B-Vergleichs des Formulars für die Untersuchung der Usability, die dem Benutzer präsentiert wird	38
3.27	Vergleich zweier E-Mail-Designs, die den Nutzer über die Entdeckung eines Waldbrandes durch das Silvanet-System benachrichtigen.	41
3.28	Use-case-diagram, das Kunden, Dispatchers, Feuerwehrleute, das Silvanet-System (Netzwerk von Sensoren im Wald) und die Silvanet-Anwendung bei der Erkennung eines Waldbrandes verbindet.	43
3.29	Ergebnis der UX-Methode des Question Board	45
3.30	Beispiel einer Frage mit Multiple-Choice-Rastern mit der Möglichkeit, Details hinzuzufügen aus dem Formular für die Feuerwehr	47
4.1	Seite der Schnittstelle mit einer interaktiven Karte der verschiedenen <i>Sites</i>	52
4.2	Seite der Schnittstelle, mit der Sie den Einsatz von Sensoren an einem <i>Sites</i> planen können.	52
4.3	Beispiel einer breadcrumb-Komponente, die von der PrimeNg-Bibliothek 2.2.8 gerendert wurde	55
4.4	Schematische Darstellung der Sitemap, die alle zugänglichen Seiten und ihre Vorgänger zeigt	56
4.5	Schematische Darstellung der Sitemap nach einer Normalisierung mit der angepassten Konvention von REST	58
1	79
2	79
3	80
4	80
5	81
6	81
7	82
8	83
9	83
10	84
11	84
12	Verteilung des Berufsstatus	124
13	Verteilung der Dienstjahre	124
14	Geografische Verteilung der Antworten des Fragebogens	125
15	Verteilung der durchschnittlich beteiligten Waldbrandeinsätze im Jahr	125
16	Verteilung der verschiedenen Aufgaben, die hauptsächlich während des Dienstes erledigt werden	126

17	Relevanz der Daten zur Bekämpfung eines Waldbrandes	126
18	Relevanz der Daten, die den Zugang zu einem Waldbrand ermöglichen .	126
19	Relevanz der Daten zur Vorbereitung eines Feuerwehreinsatzes	127
20	Verteilung der Methoden, die verwendet werden, um die Entwicklung ei- nes Waldbrandes mitzuteilen	127
21	Verteilung der Methoden, mit denen die Nachricht vom Löschen eines Waldbrandes geteilt wird	128
22	Relevanz der Daten zum Verständnis der Entwicklung eines Waldbrands	128
23	Relevanz der Daten, die nach dem Löschen eines Waldbrandes mit Zivilis- ten geteilt werden sollen	129
24	Verteilung der Feuerwehrleute, die elektronische Geräte zur Unterstützung ihrer Arbeit verwenden	129
25	Verteilung der Arten von Elektrogeräten, die bei den Missionen verwendet wurden	130
26	Verteilung der Funktionalität, die während der Missionen elektronische Geräte benutzte	130
27	Verteilung der Internetnutzung während der Missionen	131
28	Relevanz der Information der Zivilbevölkerung über den Fortschritt der Mission zur Bekämpfung eines Waldbrandes	131
29	Relevanz von elektronischen Geräten für die Unterstützung bei der Über- wachung der Ausbreitung eines Waldbrandes	132
30	Präsentation des Question Board zur interaktiven Karte	132
31	Relevante lose Idee für eine interaktive Karte	133
32	Bündelung von Ideen zu einem gemeinsamen Thema	133

Tabellenverzeichnis

3.1	Zusammenfassung der ergonomischen Kriterien von Bastien und Scapin .	18
3.2	Aktionen, die der Nutzer im Rahmen von Usability-Tests durchführen muss	35
3.3	Ergebnisse der SUS-Bewertungen nach Themenbereichen der Fragen. . . .	39
3.4	Unterschiedliche thematische Schwerpunkte des Fragebogens, die eine Trichterstruktur ermöglichen	46
4.1	Beispiel für eine Kombination von Seitentiteln mit einem Hauptseitentitel	53
4.2	Menü in der Sidebar, das ein Kollaps-Design implementiert	54
4.3	Anpassung der HTTP-Verben der REST-Konvention für die Verwendung im Routing der Schnittstelle	57

Listings

2.1	Beispiel für die Gestaltung einer Liste mit css	8
2.2	Beispiel für die Gestaltung einer Liste mit scss	8

Listings

Abkürzungsverzeichnis

CSS Cascading Style Sheets

DOM Document Object Model

HTML HyperText Markup Language

HTTP Hypertext Transfer Protocol

I18n Internationalization

L10n Localization

NPM Node Package Manager

REST Representational State Transfer

SASS Syntactically Awesome StyleSheets

SUS System Usability Scale

TA Think Aloud

UI User Interface

URI Uniform Resource Identifier

UX User Experience

WCAG Web Content Accessibility Guidelines

XHR XMLHttpRequest

Anhang

.1 Ergebnis des zweiten Ideationszyklus mit der Lotus-Blossom-Methode

.1 Ergebnis des zweiten Ideationszyklus mit der Lotus-Blossom-Methode

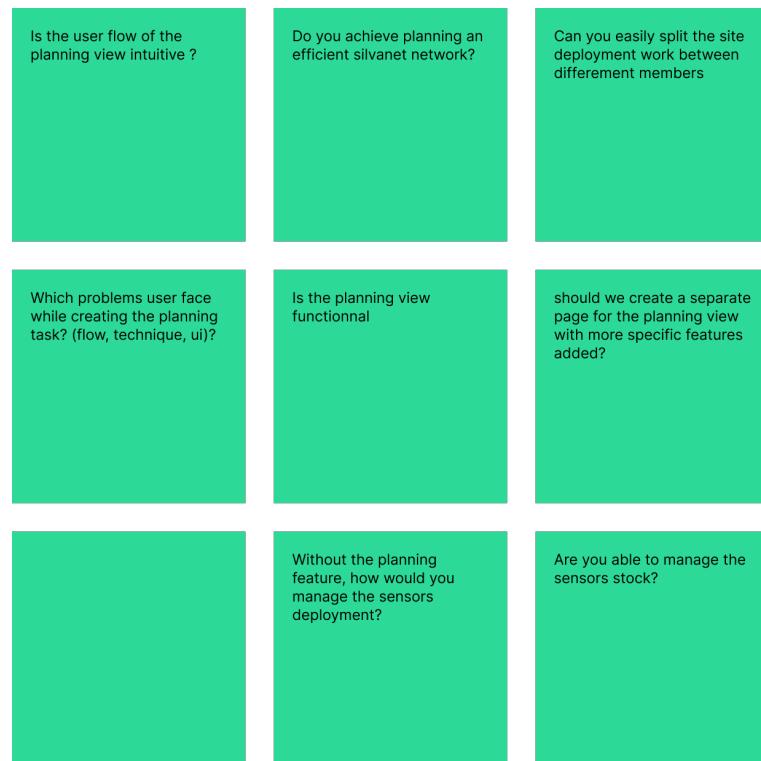


Abbildung 1



Abbildung 2



Abbildung 3

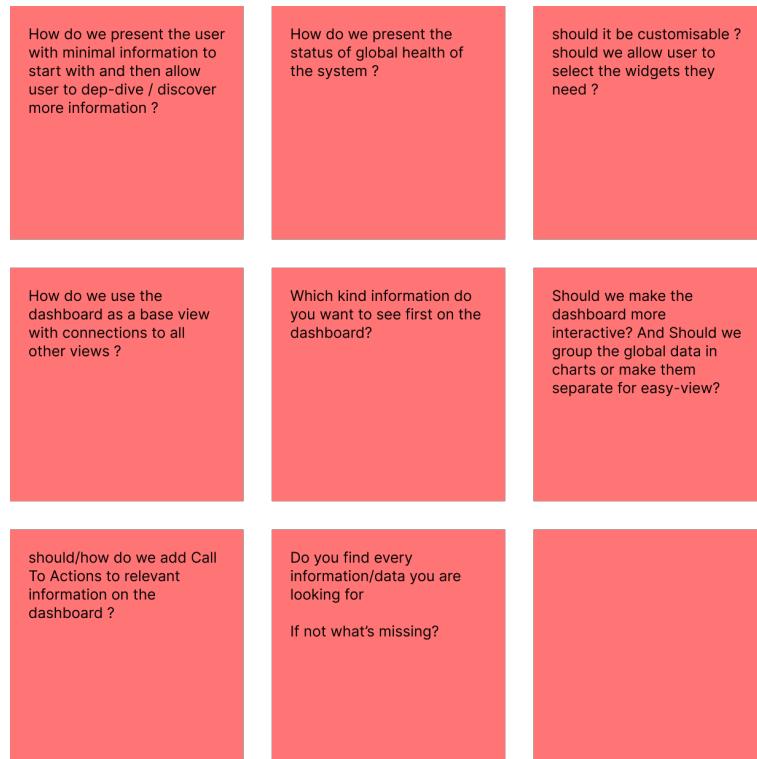


Abbildung 4

.1 Ergebnis des zweiten Ideationszyklus mit der Lotus-Blossom-Methode

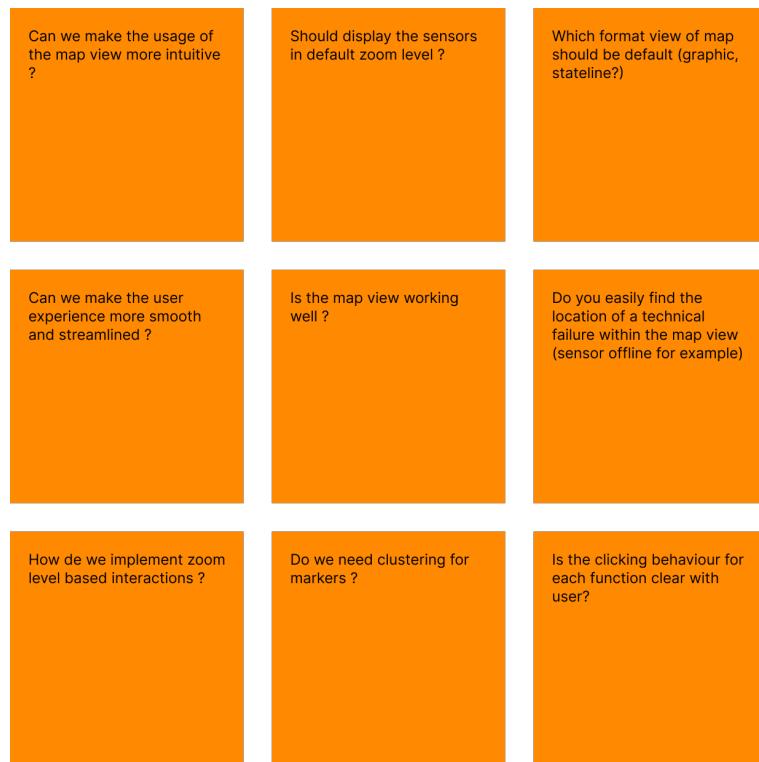


Abbildung 5

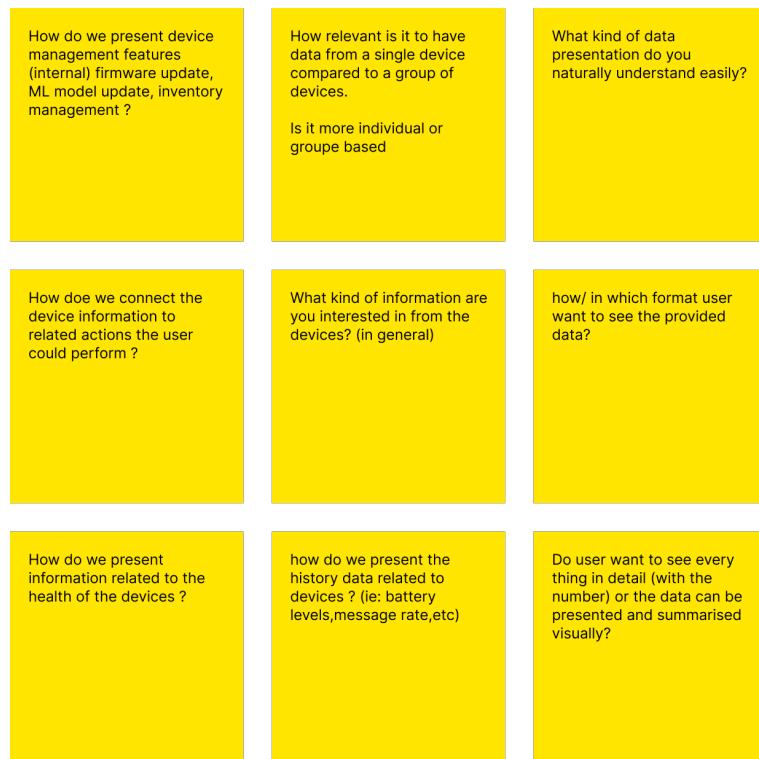


Abbildung 6

.2 Ergebnis der UX-Methode des Question Board, das von Dryads Cloud-Team mit dem Miro-Tool erstellt wurde

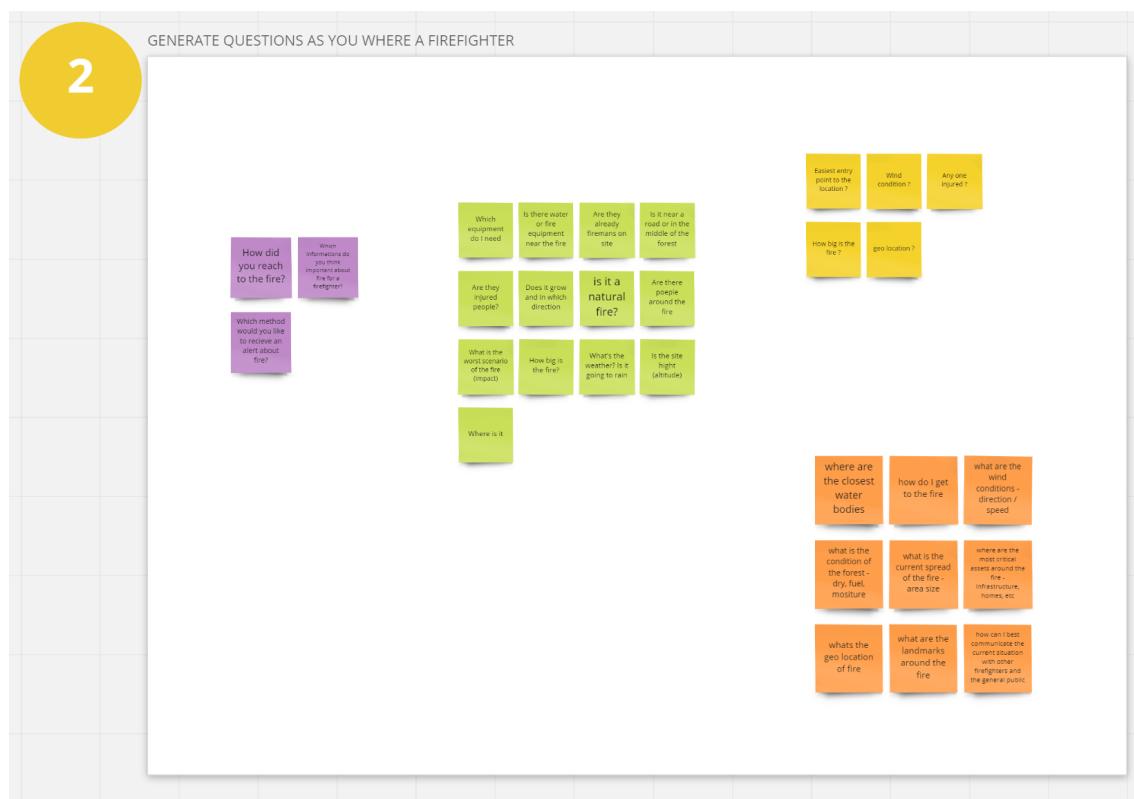


Abbildung 7

2 Ergebnis der UX-Methode des Question Board, das von Dryads Cloud-Team mit dem Miro-Tool erstellt wurde

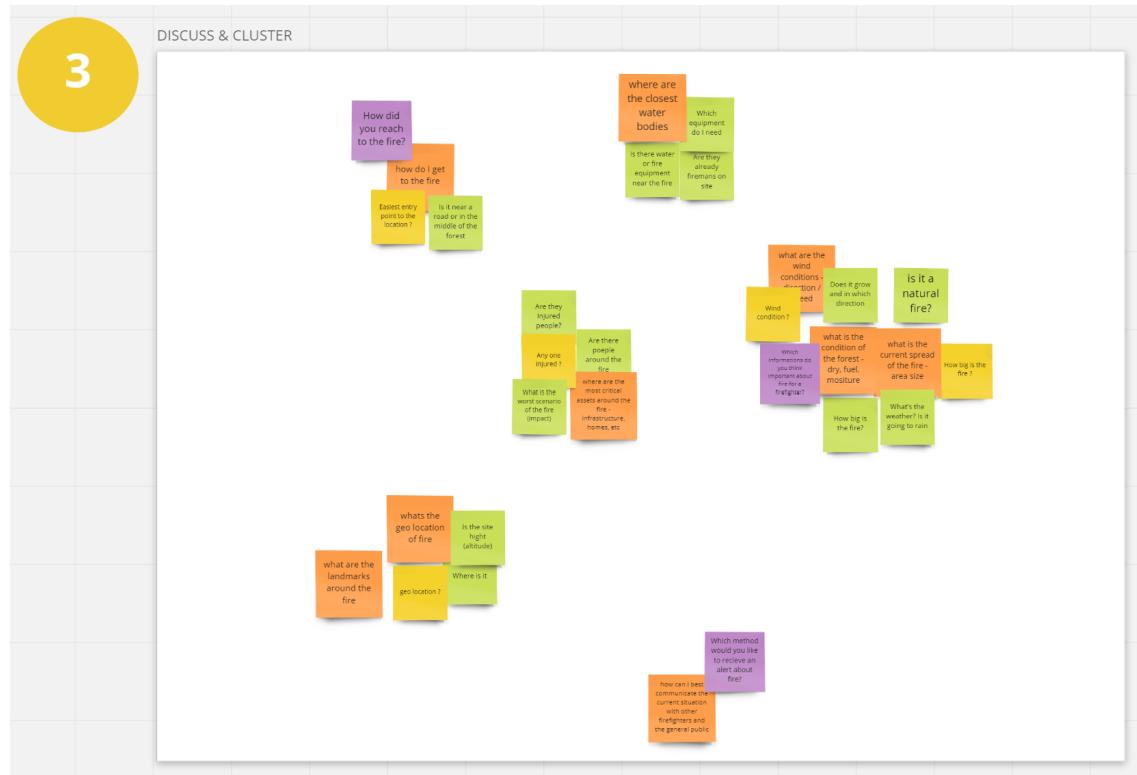


Abbildung 8

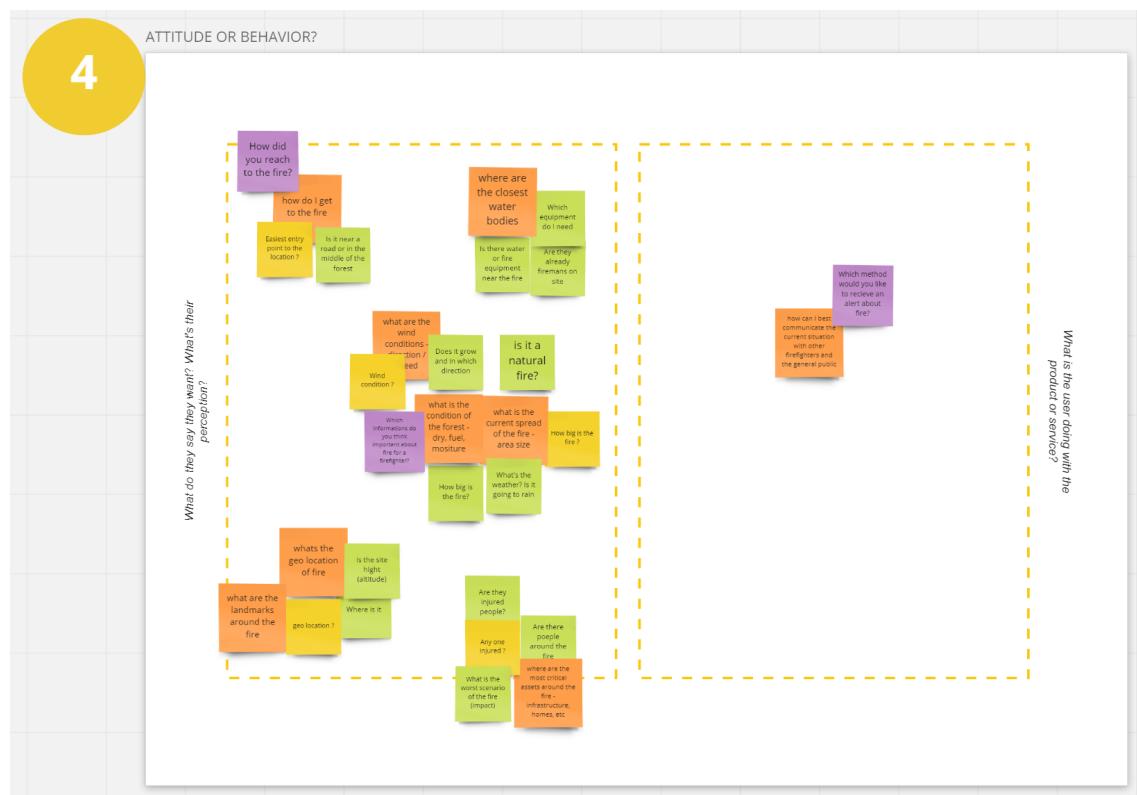


Abbildung 9

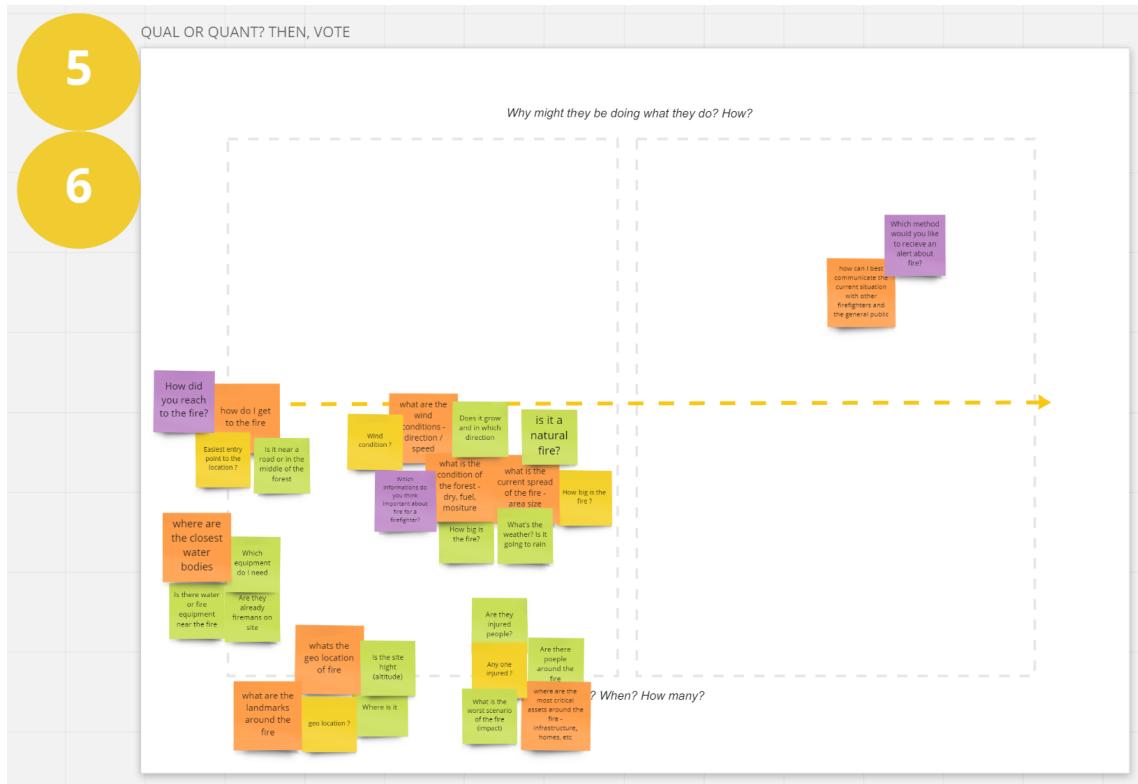


Abbildung 10



Abbildung 11

.3 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.

1. Guidance	5
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
2. Workload	14
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
3. Explicit Control	19
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
4. Adaptability	21
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
5. Error Management	25
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
6. Consistency	28
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
7. Significance of Codes	30
7.1. Significance of Codes	30
8. Compatibility	30
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!”.

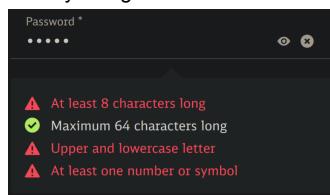


1.1.2. Clear password format requirements

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)

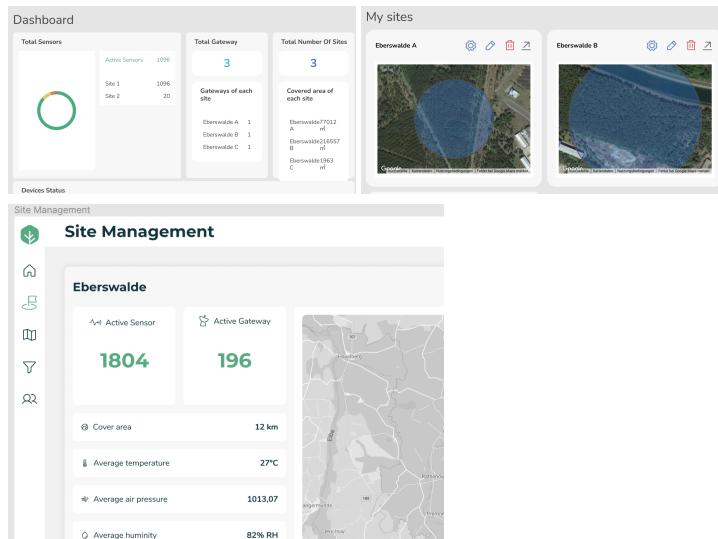
1.1.8. Provide a title for each window

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.

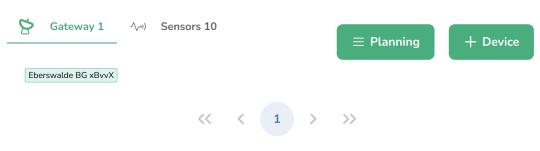
Device	Site	Device type
Eberswalde BG xBvvX	Eberswalde A	Gateway
Eberswalde SN ofUAI	Eberswalde A	SensorNode

List of devices as pure text

Device	Site	Device type
	Eberswalde A	Gateway
	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:





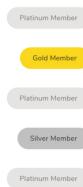
1.3.3. Add UI design for a specific role

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 ²
Eberswalde B	216557 m ²
Eberswalde C	1963 m ²

2.1.1.2. Solution

Use proper units like km², ha, ... according to the order of size (also a good idea would be to let the user choose between m² 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:

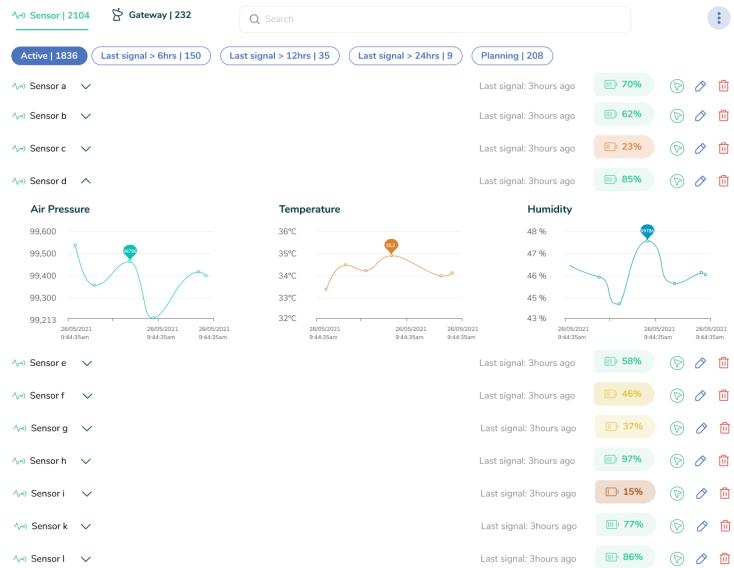
- `/map/sites/{siteid}`
 - `/map/sites/{siteid}/sensors/{sensorid}`
 - `/map/sites/{siteid}/gateways/{gatewayid}`
-

2.3. Information Density

2.3.1. Reduce/improve density of a site overview

2.3.1.1. Problem

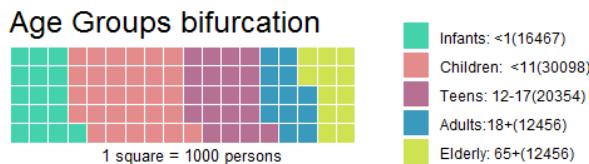
The user should be able to see all the sensors on the site. However, representing all of them as a table takes a lot of space on the interface and this without necessarily adding much advantage to the user.



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:

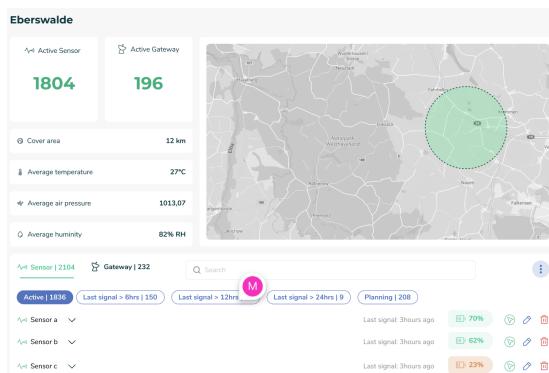


The heatmap should be able to group the sensors according to the “last signal”, “battery”, “air pressure”, “temperature” and “humidity”. The user would be then be able to select a unique sensor (one of the squares of the heatmap) to check its data more in details:

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

- Humidity

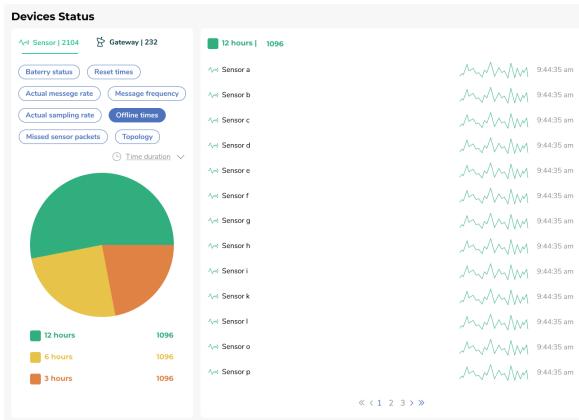
The user will be able to also select directly a group of sensors or multiple sensors. The result of that will be a similar dashboard to the one for a single sensor but with “all data for each sensor”. To do so, the “air pressure”, “temperature” and “humidity” charts are going to be a multiline chart. 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

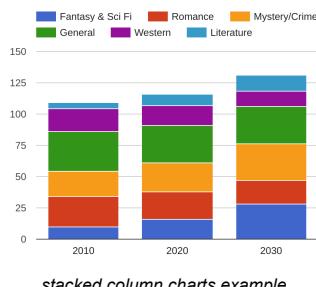
2.3.1.3. Problem

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:

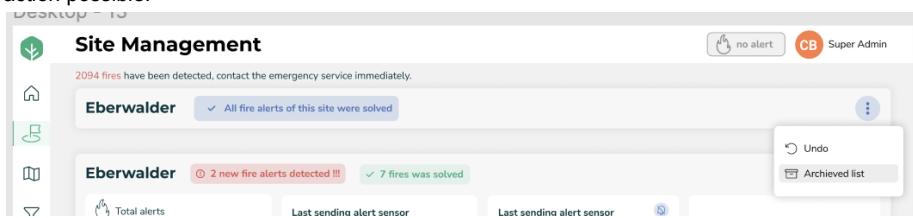
- The edit device modal at <http://localhost:4200/messages>

3.2. User Control

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

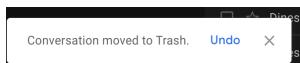
3.2.1.1. Problem

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?

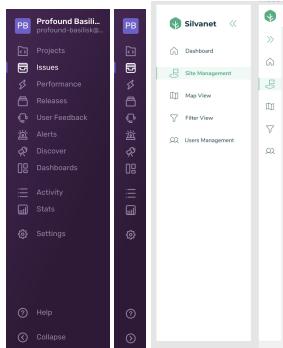
4.1.5. Customize sidebar layout

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

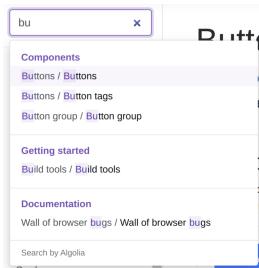
Currently there is almost only one way to go to a specific page in the app. However, an experienced user would probably like to easily go to a specific site or sensor.

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.

.4 Formular für die Gemeinschaft der Feuerwehrleute (Deutsch)

Firefighter Survey - V2 - DE

Questions Responses 36 Settings

DRYAD
CONNECTING THE NATURAL WORLD

Section 1 of 12

Unser Ziel ist das gleiche: die Ausbreitung von Waldbränden zu stoppen

Dryad (www.dryad.net) hat sich zum Ziel gesetzt, ein System zur Früherkennung von Waldbränden zu entwickeln, das auf Sensoren basiert, die Gase erkennen, die in der frühen (schwellenden) Phase eines Waldbrandes entstehen.

Wir arbeiten derzeit mit allen Interessengruppen wie Ihnen zusammen, um zu verstehen, wie wir eine Lösung entwickeln können, die Ihren Bedürfnissen am besten entspricht. Ihr Feedback zu dieser Umfrage ist uns sehr willkommen!

⌚ Das Ausfüllen dieser Umfrage dauert nicht länger als 7 Minuten.

Description (optional)

Title

⚠ Mit dem Absenden dieser Umfrage erkläre ich mich damit einverstanden, dass meine Angaben für die Zwecke der Nutzererfahrungsforchung von Dryad verwendet werden. Die Informationen werden nur von notwendigen Dryad-Mitarbeitern eingesehen. Mir ist bekannt, dass meine Daten sicher aufbewahrt werden und nicht an Dritte weitergegeben werden. Ich habe das Recht, meine Daten zu ändern oder auf sie zuzugreifen.

After section 1 Go to section 2 (Filterung)

Section 2 of 12

Filterung

Description (optional)

Ich bestätige, dass ich in der Feuerwehrbranche arbeite.*

Ja, ich arbeite in der Feuerwehrbranche.

Nein, ich arbeite nicht in der Feuerwehrbranche.

After section 2 Continue to next section

Section 3 of 12

Über Sie

Wir würden gerne mehr über Ihre Arbeit erfahren.

Welcher Status beschreibt Sie am besten?*

Freiwilliger Feuerwehrmann

Beruflicher Feuerwehrmann

Other...

Wie viele Jahre sind Sie schon bei der Feuerwehr? *

- < 5 years
- 5 - 10 Jahre
- 11 - 15 Jahre
- 16 - 20 Jahre
- > 20 Jahre

In welcher Stadt sind Sie tätig? *(Beispiel: Berlin, GERMANY)

Short answer text

Was sind die wichtigsten Aufgaben, die Sie wahrnehmen? *

- Erste Hilfe
- Städtische Brandbekämpfung
- Waldbrandbekämpfung
- Verhütung von Bränden und Unfällen
- Rettung von Menschen und Tieren
- Interventionen bei Naturkatastrophen (Überschwemmungen, Stürme..)
- Verschiedene Arten der Verschmutzung (Hafen, Straße..)
- Other...

An wie vielen Waldbrandeinsätzen nehmen Sie pro Jahr teil? *

- Keine
- < 1
- 1 - 4
- 5 - 10
- 11 - 20
- > 20
- Other...

After section 3 Go to section 4 (Herausforderungen (1/3))

Section 4 of 12

Herausforderungen (1/3)

Wir würden gerne mehr über die Herausforderungen erfahren, mit denen Sie als Feuerwehrmann konfrontiert sind.

Welche Informationen sind bei der Bekämpfung von Waldbränden hilfreich? *(1 → unnötig) | (7 → erforderlich)

1	2	3	4	5	6	7
Feuerdime...	<input type="radio"/>					

Windrichtu...	<input type="radio"/>						
Windgesch...	<input type="radio"/>						
Luftfeucht...	<input type="radio"/>						
Temperatur	<input type="radio"/>						
Aktuelles ...	<input type="radio"/>						
Wettervor...	<input type="radio"/>						
Vorhanden...	<input type="radio"/>						

Something else to add?
Feel free to detail what you think is important and not mentioned above.

Long answer text

After section 4 Continue to next section

Section 5 of 12

Herausforderungen (2/3)

Description (optional)

Welche Art von Informationen sind hilfreich, um einen Flächenbrand zu erreichen? *

(1 → unnötig) | (7 → erforderlich)

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						
<input type="radio"/>						
<input type="radio"/>						
<input type="radio"/>						
<input type="radio"/>						
<input type="radio"/>						

Möchten Sie noch etwas hinzufügen?
Fühlen Sie sich frei, uns mitzuteilen, was Ihrer Meinung nach wichtig ist und oben nicht erwähnt wurde.

Long answer text

After section 5 Continue to next section

Section 6 of 12

Herausforderungen (3/3)

Description (optional)

Welche Informationen sind für die Vorbereitung eines Einsatzes bei Waldbränden hilfreich? *

(1 → unnötig) | (7 → erforderlich)

1	2	3	4	5	6	7
<input type="radio"/>						

Vorhanden...

Lage der ...

Entfernung...

Personal v...

Möchten Sie noch etwas hinzufügen?
Fühlen Sie sich frei, uns mitzuteilen, was Ihrer Meinung nach wichtig ist und oben nicht erwähnt wurde.

Long answer text

After section 6 Continue to next section

Section 7 of 12

Verwaltung nach dem Brand (1/2)
Wir würden gerne mehr über die Maßnahmen nach einem Waldbrand erfahren.

Wie teilen Sie die Entwicklung des Feuers mit den Behörden/Zivilisten? *

- E-Mail
- Telefonanruf
- Telefon sms
- Direktes Gespräch
- Radio
- Walkie-Talkie
- Beiträge in sozialen Netzwerken
- Website der Gemeinschaft
- Other...

Wie teilen Sie die Information mit, dass das Feuer vollständig gelöscht ist? *

- E-Mail
- Telefonanruf
- Telefon sms
- Beiträge in sozialen Netzwerken
- Website der Gemeinschaft
- Other...

Welche Art von Informationen sind hilfreich, um den Verlauf des Brandes zu verstehen? *(1 → unnötig) | (7 → erforderlich)

	1	2	3	4	5	6	7
Standort d...	<input type="radio"/>						
Wetter	<input type="radio"/>						
Menschlic...	<input type="radio"/>						

	1	2	3	4	5	6	7
Zeit zwisc...	<input type="radio"/>						
Windgesc...	<input type="radio"/>						
Windrichtu...	<input type="radio"/>						
Temperatur	<input type="radio"/>						
Luftfeuchti...	<input type="radio"/>						
Topograph...	<input type="radio"/>						

Möchten Sie noch etwas hinzufügen?
Fühlen Sie sich frei, uns mitzuteilen, was Ihrer Meinung nach wichtig ist und oben nicht erwähnt wurde.

Long answer text

After section 7 Continue to next section

Section 8 of 12

Verwaltung nach dem Brand (2/2)

Description (optional)

	1	2	3	4	5	6	7
Dauer der ...	<input type="radio"/>						
Anzahl der...	<input type="radio"/>						
Status der ...	<input type="radio"/>						
Größe der ...	<input type="radio"/>						
Betroffene...	<input type="radio"/>						
Vorhanden...	<input type="radio"/>						
Risiko eine...	<input type="radio"/>						
Ursprung ...	<input type="radio"/>						

Möchten Sie noch etwas hinzufügen?
Fühlen Sie sich frei, uns mitzuteilen, was Ihrer Meinung nach wichtig ist und oben nicht erwähnt wurde.

Long answer text

After section 8 Continue to next section

Section 9 of 12

Ihre elektronischen Geräte

Wir würden gerne mehr über die elektronischen Geräte erfahren, die Sie bei Ihrer täglichen Arbeit als Feuerwehrmann benutzen.

Verwenden Sie elektronische Geräte zur Unterstützung Ihrer Missionen? *

Ja, ich benutze elektronische Geräte, um meine Missionen zu unterstützen.

Nein, ich benutze keine elektronischen Geräte zur Unterstützung von Missionen?

After section 9 Continue to next section

Section 10 of 12

Section title (optional)

Description (optional)

Welche Art von Geräten verwenden Sie während Ihrer Einsätze?

Smartphone

Tablette

Laptop

Handheld GPS

Radio

Other...

Was halten Sie von den folgenden Aussagen? *

	Stimmt überhaupt nicht	Nicht einverstanden	Neutral	Einverstanden	Stimme voll und ganz zu
Für mich und ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es ist wichtig, ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meine elektron... ...nischen Geräte sind sehr praktisch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Welche Funktionen Ihrer digitalen Tools nutzen Sie bei Ihren Einsätzen am häufigsten? *

Long answer text

After section 10 Continue to next section

Section 11 of 12

👉 Dankeschön

Ihr Beitrag ist für unsere Arbeit unerlässlich.
Dank Ihnen können wir eine bessere Lösung für den Schutz und die Erhaltung der Wälder der Welt finden.

Lesen Sie mehr auf unserer Website: www.dryad.net

Bitte sagen Sie uns, wie Sie kontaktiert wurden, um an dieser Umfrage teilzunehmen?

E-Mail

LinkedIn

Soziales Netzwerk

Empfohlen von einem Freund/Kollegen

Other...

Sie sind an einem Interview zu Ihrem Beruf interessiert? Hinterlassen Sie einfach Ihre E-Mail-Adresse und wir werden Sie kontaktieren.

Short answer text

Möchten Sie etwas hinzufügen oder haben Sie Vorschläge?
Unser Team freut sich über Ihr zusätzliches Feedback!

Long answer text

After section 11 Submit form

Section 12 of 12

♥ Vielen Dank für Ihr Interesse

Description (optional)

Leider sind für diese Umfrage nur die Antworten des Personals der Feuerwehren von Interesse.
Description (optional)

Title
Dennoch können Sie die Entwicklung unseres Produkts auf unserer Website www.dryad.net oder auf unserer LinkedIn-Seite <https://www.linkedin.com/company/dryadnetworks/> verfolgen.

Tr

?

.5 Ergebnis der Auswertung der Antworten des Feuerwehrfragebogens (Englisch)

Which status best describes you?

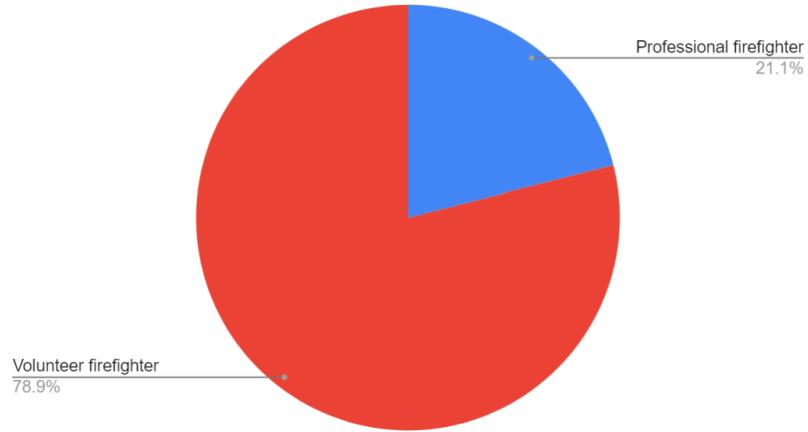


Abbildung 12: Verteilung des Berufsstatus

How many years have you been a firefighter?

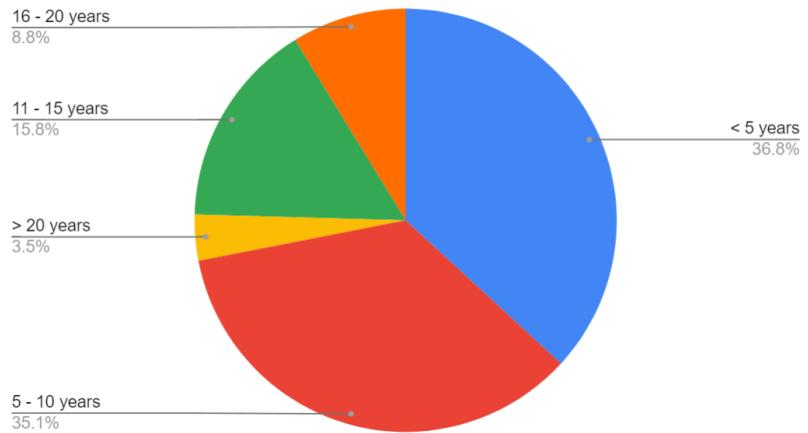


Abbildung 13: Verteilung der Dienstjahre

.5 Ergebnis der Auswertung der Antworten des Feuerwehrfragebogens (Englisch)

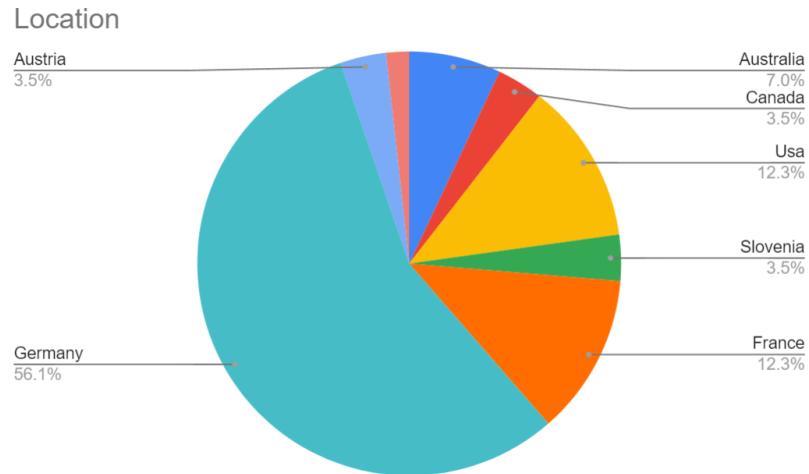


Abbildung 14: Geografische Verteilung der Antworten des Fragebogens

How many forest fire missions do you participate in on an annual basis?

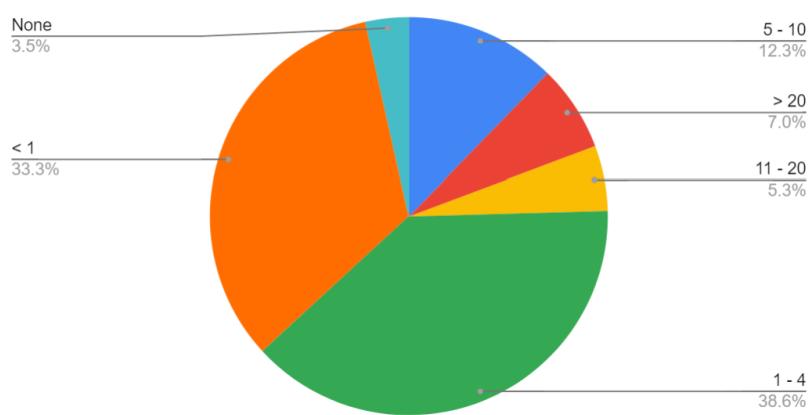


Abbildung 15: Verteilung der durchschnittlich beteiligten Waldbrandeinsätze im Jahr

What are the main missions that you carry out?

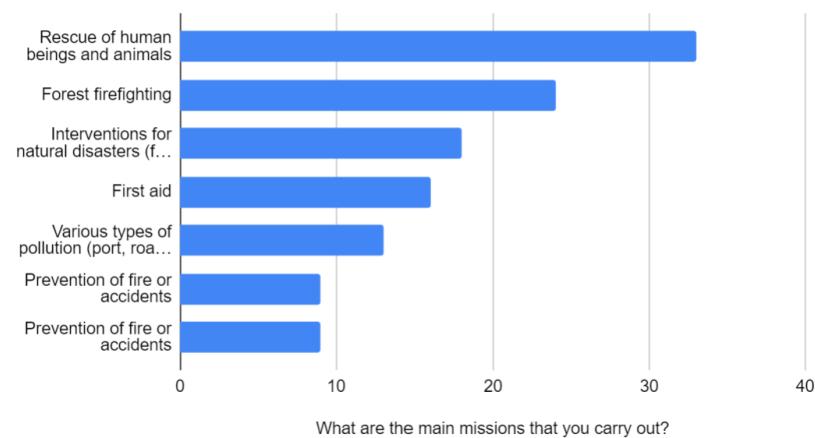


Abbildung 16: Verteilung der verschiedenen Aufgaben, die hauptsächlich während des Dienstes erledigt werden

What kind of information are helpful in tackling a wildfire?

(1 => 7)

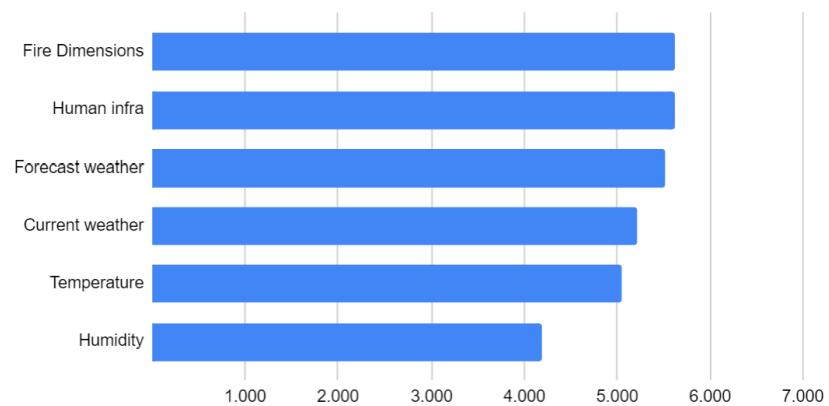


Abbildung 17: Relevanz der Daten zur Bekämpfung eines Waldbrandes

What kind of information are helpful to reach a wildfire?

(1 => 7)

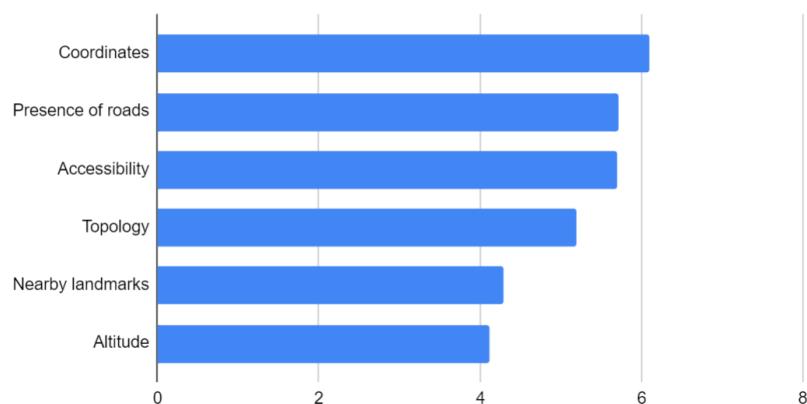


Abbildung 18: Relevanz der Daten, die den Zugang zu einem Waldbrand ermöglichen

.5 Ergebnis der Auswertung der Antworten des Feuerwehrfragebogens (Englisch)

What kind of information are helpful to prepare a wildfire intervention?

(1 => 7)

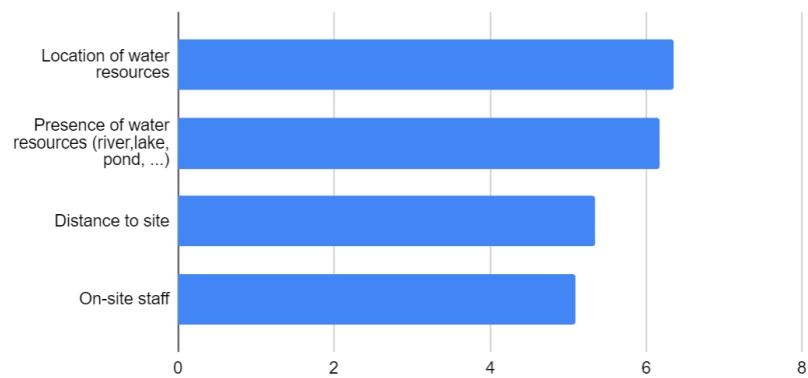


Abbildung 19: Relevanz der Daten zur Vorbereitung eines Feuerwehreinsatzes

How do you share the fire evolution with the authorities/civilians?

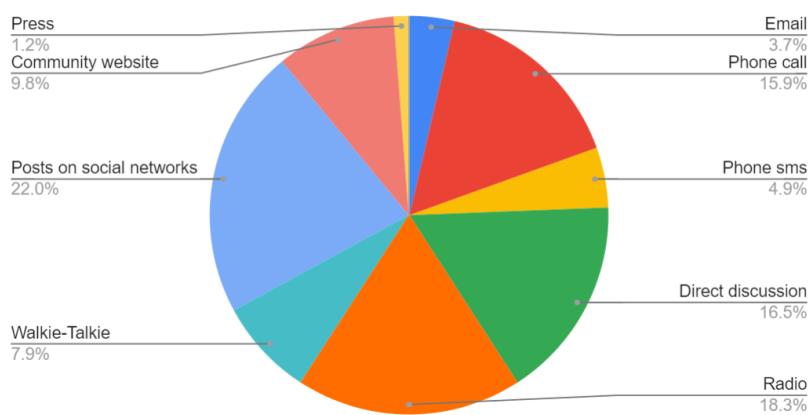


Abbildung 20: Verteilung der Methoden, die verwendet werden, um die Entwicklung eines Waldbrandes mitzuteilen

How do you share the information that the fire is fully extinguished?

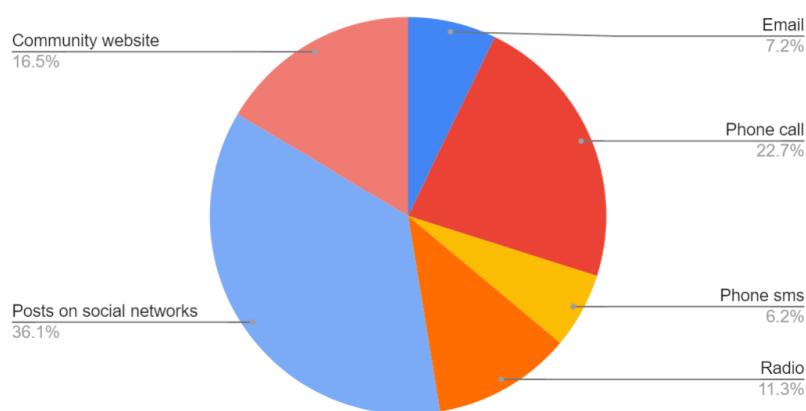


Abbildung 21: Verteilung der Methoden, mit denen die Nachricht vom Löschen eines Waldbrandes geteilt wird

What kind of information are helpful to understand the progression of the fire?

(1 => 7)

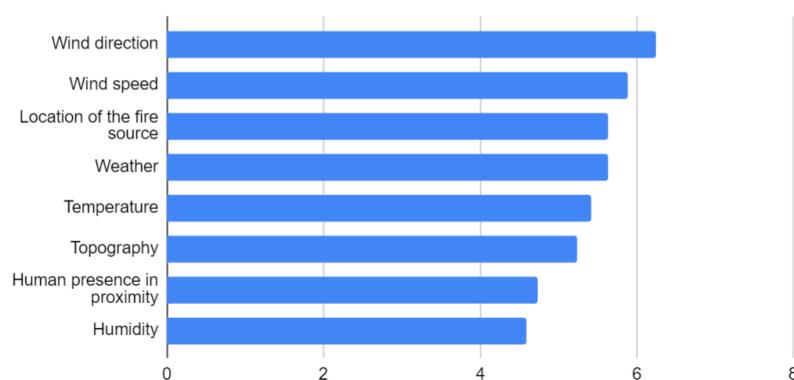


Abbildung 22: Relevanz der Daten zum Verständnis der Entwicklung eines Waldbrands

.5 Ergebnis der Auswertung der Antworten des Feuerwehrfragebogens (Englisch)

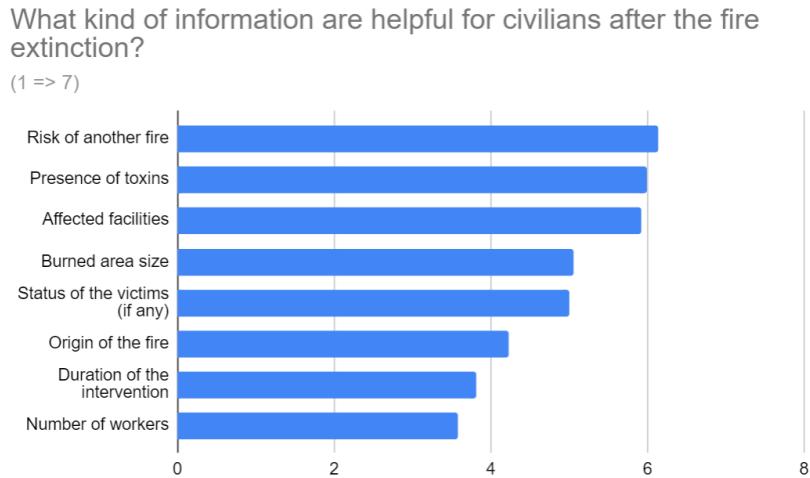


Abbildung 23: Relevanz der Daten, die nach dem Löschen eines Waldbrandes mit Zivilisten geteilt werden sollen

Do you use electronic devices to support your missions?

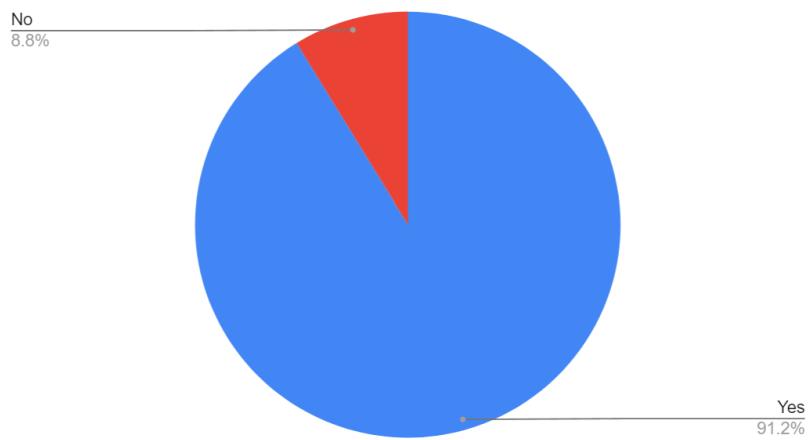


Abbildung 24: Verteilung der Feuerwehrleute, die elektronische Geräte zur Unterstützung ihrer Arbeit verwenden

What kind of devices do you use during your missions?

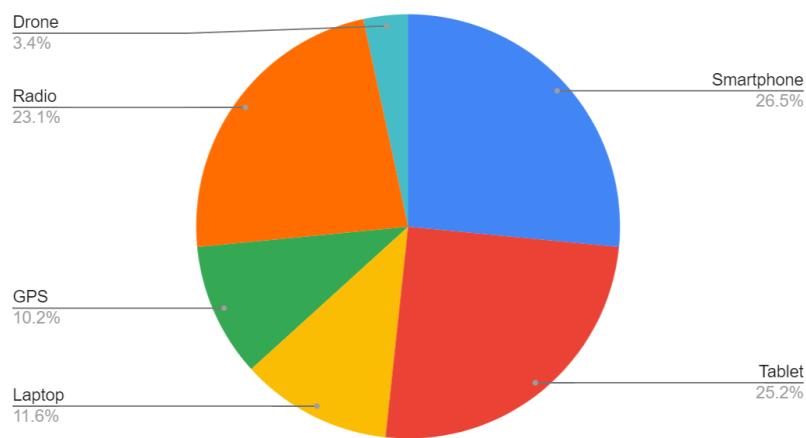


Abbildung 25: Verteilung der Arten von Elektrogeräten, die bei den Missionen verwendet wurden

What features of your digital tools do you use the most on your missions?

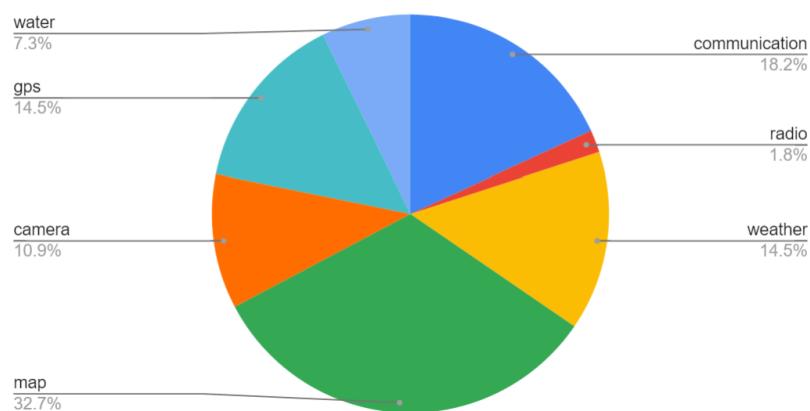


Abbildung 26: Verteilung der Funktionalität, die während der Missionen elektronische Geräte benutzte

.5 Ergebnis der Auswertung der Antworten des Feuerwehrfragebogens (Englisch)

It is important for me and my team to have internet access during our missions

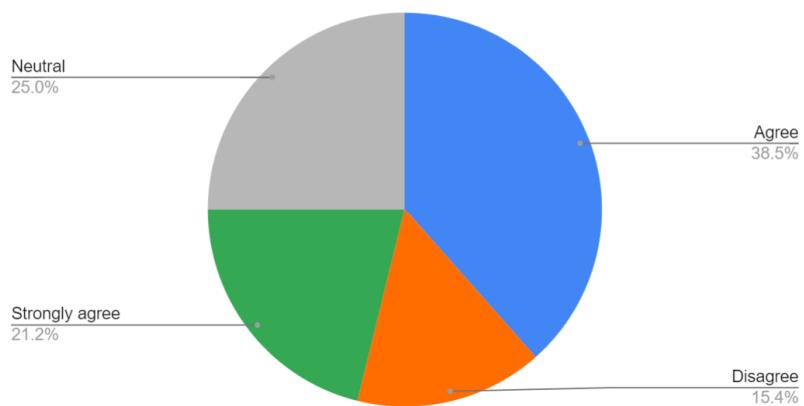


Abbildung 27: Verteilung der Internetnutzung während der Missionen

It is important to inform civilians in real time of the mission's progress

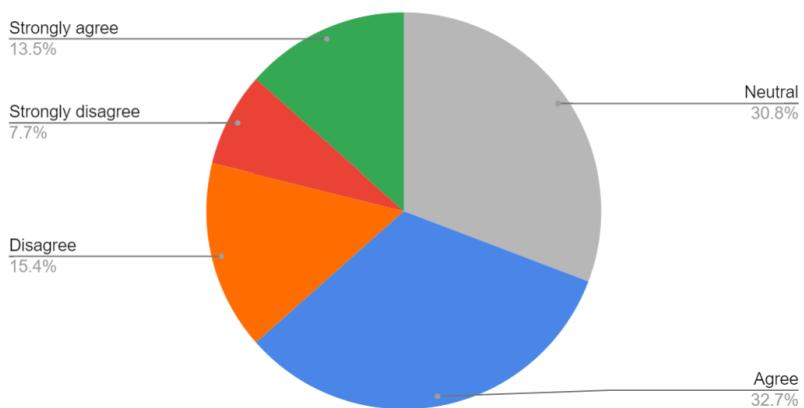


Abbildung 28: Relevanz der Information der Zivilbevölkerung über den Fortschritt der Mission zur Bekämpfung eines Waldbrandes

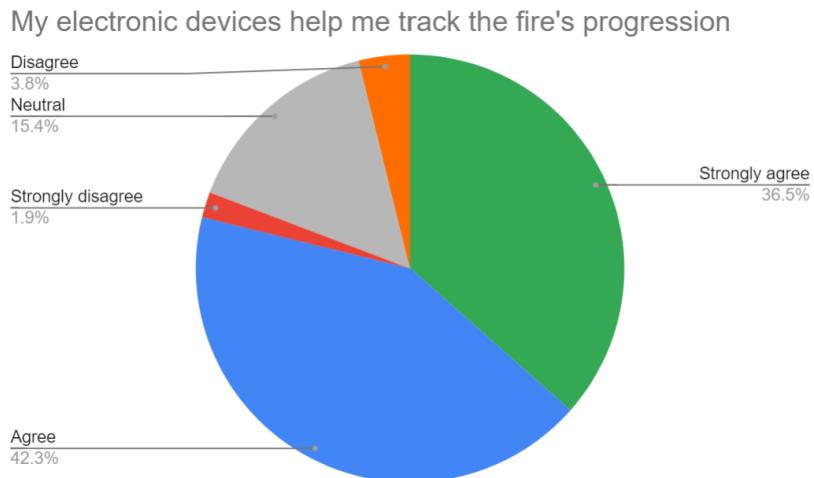


Abbildung 29: Relevanz von elektronischen Geräten für die Unterstützung bei der Überwachung der Ausbreitung eines Waldbrandes

.6 Ergebnisse einer Brainstorming-Sitzung zu den Features der interaktiven Karte, das von Dryads Cloud-Team mit dem Miro-Tool erstellt wurde

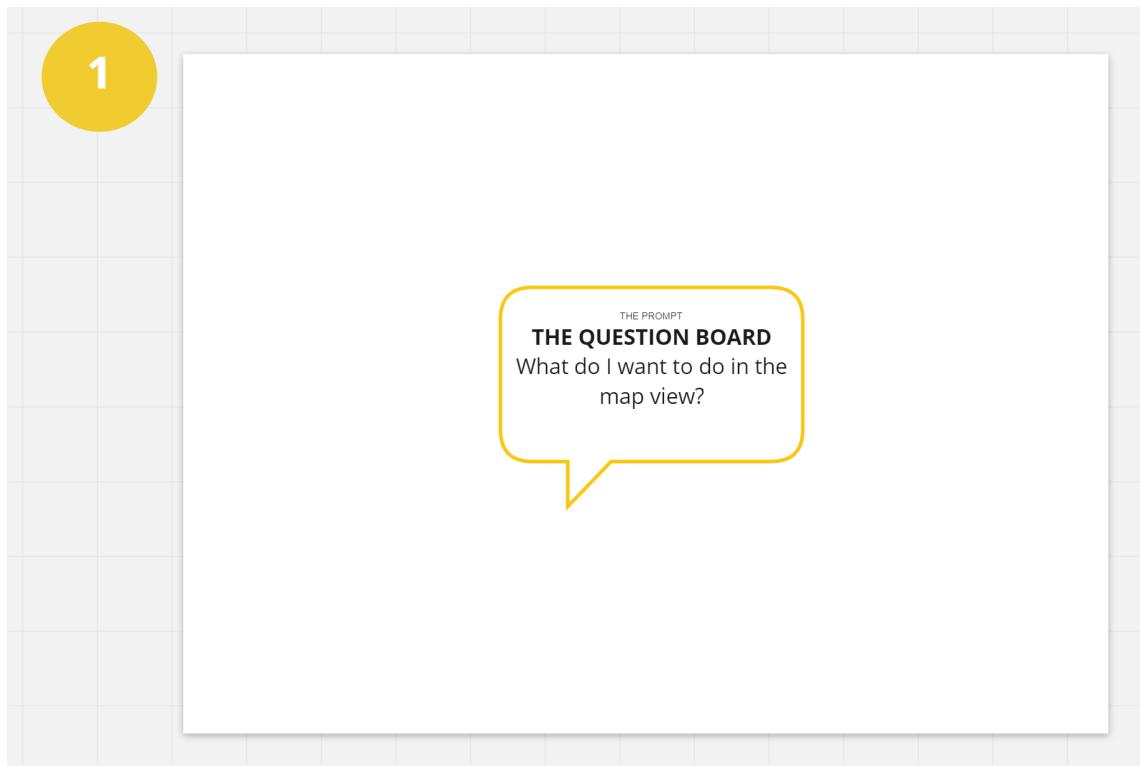


Abbildung 30: Präsentation des Question Board zur interaktiven Karte

6 Ergebnisse einer Brainstorming-Sitzung zu den Features der interaktiven Karte, das von Dryads Cloud-Team

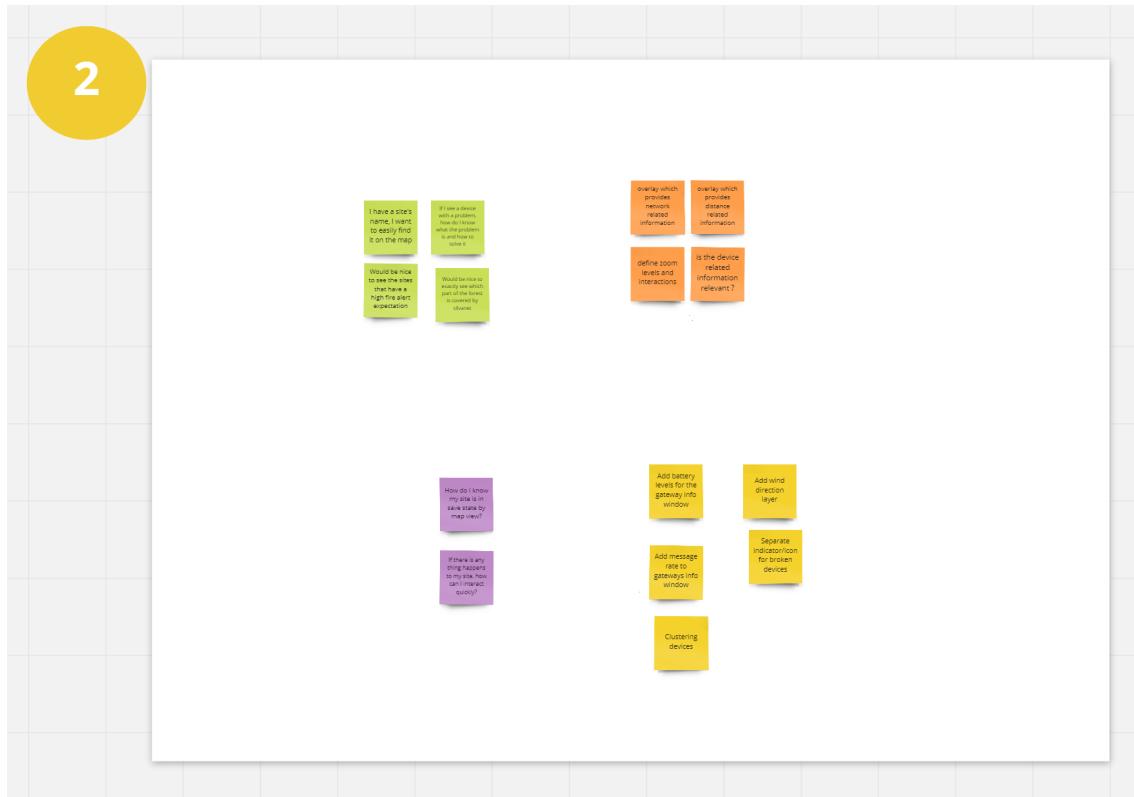


Abbildung 31: Relevante lose Idee für eine interaktive Karte

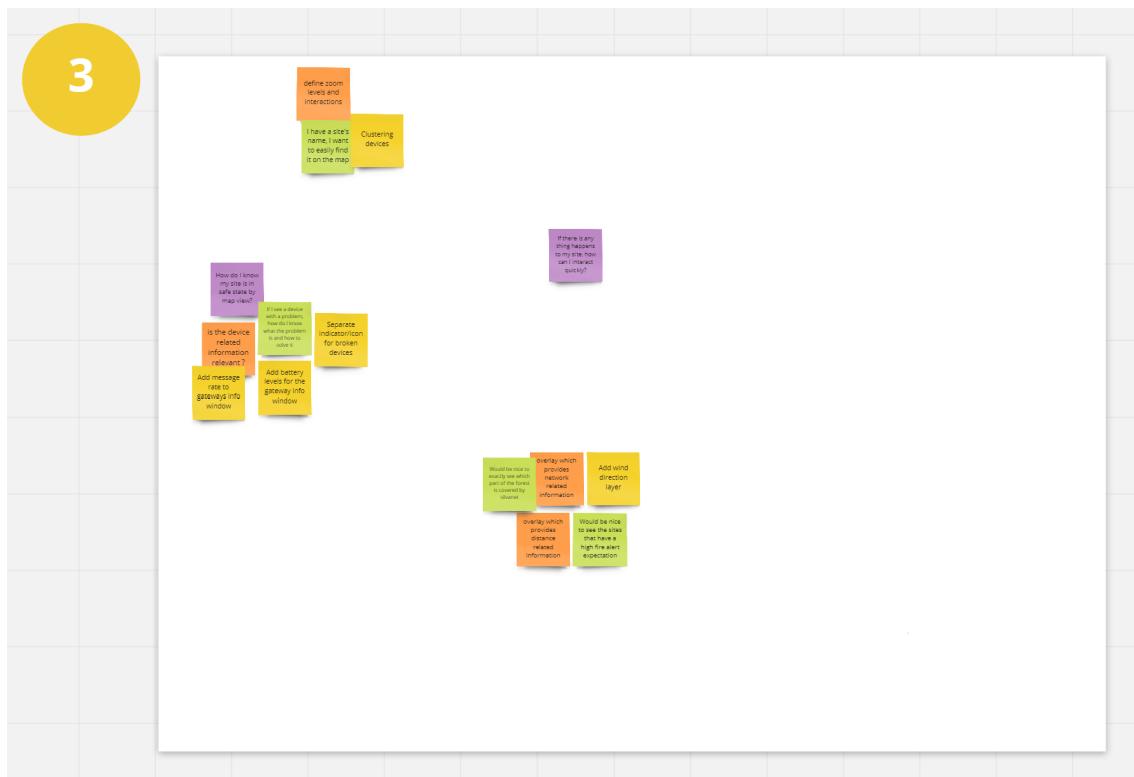


Abbildung 32: Bündelung von Ideen zu einem gemeinsamen Thema

Kolophon

Dieses Dokument wurde mit der L^AT_EX-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