

TECO Research Group

Marcel Köpke
Matthias Budde
Till Riedel

PFLICHTENHEFT

Version 0.1

Visualizing & Mining of Geospatial Sensorstreams with Apache Kafka

Jean Baumgarten
Oliver Liu
Patrick Ries
Erik Wessel
Thomas Frank

20. Mai 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Zielbestimmung	4
1.1	Musskriterien	4
1.1.1	Backend (Server)	4
1.1.2	Frontend (Webinterface)	4
1.2	Wunschkriterien	5
1.2.1	Backend (Server)	5
1.2.2	Frontend (Webinterface)	5
1.3	Abgrenzungskriterien	7
2	Produkteinsatz	8
2.1	Anwendungsbereiche	8
2.2	Zielgruppe	8
3	Produktumgebung	9
3.1	Software	9
3.2	Hardware	9
4	Funktionale Anforderungen	10
4.1	Pflicht Funktionale Anforderungen	10
4.1.1	Server	10
4.1.2	Webinterface	11
4.2	Wunsch Funktionale Anforderungen	12
4.2.1	Server	12
4.2.2	Webinterface	12
5	Produktdaten	14
5.1	Test	14
6	Nichtfunktionale Anforderungen	15
7	Qualitätssicherung	17
7.1	Vorgehen bei der Qualitätssicherung	17
7.1.1	Komponententests	17
7.1.2	Integrationstests	17
7.1.3	Systemtests	17
7.2	Testszenarios	17
7.2.1	Komponententests	17
	Server	17

	Webinterface	18
7.2.2	Integrations-Tests	19
	Server	19
	Webinterface	20
7.2.3	System-Tests	20
8	Systemmodelle	21
8.1	Test	21
9	Entwicklungsumgebung	22
9.1	Entwicklungstools	22
9.2	Verwendete Technologien	22
10	Benutzeroberfläche	23
10.1	Admin-GUI	23
10.2	Webinterface	24
11	Anhang	25
11.1	Glossar	25

1 Zielbestimmung

Das Produkt dient der Verarbeitung und Darstellung von Sensordatenstreams. Durch die übersichtliche Visualisierung der Daten auf einer Karte wird die schnelle Analyse von großen Datenmengen ermöglicht und der Zeitaufwand wird minimiert.

Ein Hauptmerkmal unseres Produktes ist die Fähigkeit, zusätzlich zu Echtzeitdaten auch historische Datenbestände zu verarbeiten und zu exportieren.

1.1 Musskriterien

1.1.1 Backend (Server)

- MK1000** Der Server kann Sensordaten empfangen
- MK1010** Eingeführte Sensordaten werden gesichert
- MK1020** Neue Sensordaten werden zeitnah an alle Instanzen des Webinterfaces weitergeleitet und dargestellt
- MK1030** Der Dienst ist logisch modular aufgebaut und erlaubt das Ergänzen und Ersetzen von einzelnen funktionalen Modulen, wie z.B. verschiedene Exportformate, Zwischenmodule
- MK1040** Der Server verarbeitet und speichert Daten für spätere Verwendung
- MK1050** Der Server kann vorverarbeitete und gespeicherte Daten abrufen
- MK1060** Der Server unterstützt skalar- und vektorwertige Sensortypen
- MK1070** Der Server kann durch eine Admin-GUI gesteuert werden

1.1.2 Frontend (Webinterface)

- MK2000** Das Webinterface unterstützt die rasterisierte Darstellung der Sensordaten auf einer Weltkarte in Form von vordefinierten Shapes
- MK2010** Das Webinterface unterstützt die Darstellung einer auf Deutschland beschränkten Ansicht
- MK2020** Der Nutzer kann aktuelle und historische Sensordaten über das Webinterface darstellen lassen

- MK2030** Der Nutzer kann die Sensordaten über das Webinterface herunterladen
- MK2040** Der Nutzer kann kürzlich beobachtete Daten als Wiederholung anzeigen lassen
- MK2050** Das Webinterface unterstützt die Darstellung von erweiterten Informationen bzgl. der Sensordaten in Form von Graphen
- MK2060** Die Standardsprache des Webinterfaces ist Englisch
- MK2070** Das Webinterface kann parallel von mehreren Nutzern aufgerufen und benutzt werden

1.2 Wunschkriterien

1.2.1 Backend (Server)

- WK1000** Der Server skaliert mit unterschiedlich großen Datenmengen
- WK1010** Der Server läuft auch mit fehlerhaften Daten stabil
- WK1020** Der Server überarbeitet im Leerlauf fehlerhafte Daten aus der Datenbank
- WK1030** Der Server unterstützt das Hinzufügen von neuen Anzeigesprachen für das Webinterface
- WK1040** Der Server unterstützt den Import von historischen Daten im NetCDF-Format und kann diese Daten problemlos verarbeiten
- WK1050** Der Server unterstützt das Filtern von ausgegebenen und angezeigten Daten
- WK1060** Der Server gibt aussagekräftige Fehlermeldungen aus

1.2.2 Frontend (Webinterface)

- WK2000** Der Nutzer kann die Karte in vordefinierten Detaillierungsgraden darstellen lassen
- WK2010** Die Genauigkeit der Darstellung von Clustern wird entsprechend der Zoom-Stufe angepasst
- WK2020** Die Approximation von Clustern führt nicht zu größeren Diskrepanzen oder Wartezeiten
- WK2030** Die Erzeugung der grafischen Komponenten erfolgt zeitnah und parallel zur Darstellung der Benutzeroberfläche selbst
- WK2040** Der Nutzer kann verschiedene Sensordatentypen (Feinstaub, Wind, Temperatur, etc.) an- bzw. ausschalten

- WK2050** Der Nutzer kann Standorte als Favoriten abspeichern
- WK2060** Der Nutzer kann Gebiete als Kombination von Clustern auswählen und diese als Favoriten abspeichern
- WK2070** Der Nutzer kann favorisierte Standorte/Gebiete auswählen um schnell und einfach die optimale Ansicht des gewählten Standortes/Gebiets dargestellt zu bekommen
- WK2080** Der Nutzer kann favorisierte Standorte/Gebiete in einer grafischen Darstellung vergleichen, z.B. nebeneinander als Split-Panel
- WK2090** Der Nutzer kann zwischen mehreren Ansichten wechseln, um die Standardansicht oder geladene Szenarien darzustellen
- WK2100** Der Nutzer kann einzelne Sensoren/Cluster aus der Darstellung ausschließen
- WK2110** Der Nutzer kann Anzeigefilter einstellen
- WK2120** Der Nutzer kann Anzeigefilter als Favoriten speichern
- WK2130** Der Nutzer kann fehleranfällige Sensoren melden
- WK2140** Dem Nutzer wird eine Warnung angezeigt, wenn das Abrufen von Sensordaten nicht möglich ist
- WK2150** Bei fehlenden Sensordaten kann ein Standardwert oder ein approximierter Wert anhand von Umgebungsinformationen ermittelt und angezeigt werden
- WK2160** Der Nutzer kann zwischen einer automatischen und einer manuellen Aktualisierung von Echtzeitsensordaten wechseln
- WK2170** Der Nutzer kann die Aktualisierungsrate von Echtzeitdaten einstellen
- WK2180** Der Nutzer kann Sensordaten in vielen gebräuchlichen Formaten herunterladen
- WK2190** Der Nutzer kann Benachrichtigungen mit Bedingungen einstellen, die dem Nutzer die aktuellen Daten melden, falls die Bedingungen erfüllt sind
- WK2200** Auf Graphen werden Bedingungen für Benachrichtigungen als Grenzwerte angezeigt
- WK2210** Der Nutzer kann Töne und Farben für Benachrichtigungen festlegen
- WK2220** Für standardisierte Displayauflösungen wird immer eine benutzerfreundliche Darstellung angeboten

WK2230 Der Nutzer kann eine Anzeigesprache auswählen

WK2240 Die Anwendung speichert automatisch die Einstellungen und Favoriten des Nutzers über Browsersessions hinweg (Cookies)

1.3 Abgrenzungskriterien

AK1000 Der Server speichert Sensordaten nicht auf unbegrenzte Zeit und in unbegrenzter Menge

AK1010 Der Server speichert keine Daten von Nutzern und deren Aktivitäten/Interaktionen mit dem Webinterface

AK1020 Der Datendurchsatz des Servers wird durch lokale Netzwerkgeschwindigkeiten beschränkt

AK1030 Der Server ist nicht in der Lage, korrekte Vorhersagen zu erstellen

AK1040 Der Server ist nicht in der Lage, Sensordaten von fehlerhaften Sensoren auszuwerten

AK1050 Der Server ist nicht in der Lage, unbegrenzt viele Daten anzuzeigen und zu aktualisieren

AK1060 Der Server ist nicht in der Lage, durch Störungseinflüsse veränderte Sensordaten zu erkennen

AK1070 Der Server unterstützt keine weiteren Eingabeformate als Apache Kafka Streams (und, falls **WK1040** erfüllt ist, NetCDF-Dateien)

AK1080 Der Server unterstützt nicht das manuelle Hinzufügen von neuen Sensordaten

2 Produkteinsatz

Das Produkt ermöglicht es seinen Nutzern, Echtzeitdaten sowie archivierte Daten vieler Sensoren von unterschiedlichen Messgrößen abzurufen und darzustellen. Es bietet dem Nutzer hierfür eine moderne und intuitive webbasierte Bedienoberfläche. Weiterhin ermöglicht das Produkt dem Nutzer über eine öffentliche Schnittstelle den direkten Zugriff auf die Daten. Unter anderem können diese Daten als Archivdatei exportiert werden. Durch die modulare Architektur unseres Produkts werden vielseitige Einsatzmöglichkeiten außerhalb der Luftqualitätsmessung ermöglicht.

2.1 Anwendungsbereiche

- Analyse und Visualisierung von Sensordaten

2.2 Zielgruppe

- jegliche Personen, die Sensordaten auswerten und visuell darstellen wollen, wie z.B. Wissenschaftler, Sensorenenthusiasten und Datenfanatiker
- generelle Bevölkerung, um Informationen über aktuelle Werte von Sensoren zu erhalten, z.B. über Luftverschmutzung, Temperatur usw.

3 Produktumgebung

3.1 Software

3.2 Hardware

4 Funktionale Anforderungen

4.1 Pflicht Funktionale Anforderungen

4.1.1 Server

PF1000 Englisch als Systemsprache

Das System wird nur die Englische Sprache unterstützen und alles in Englisch anzeigen.

PF1010 Sensordaten empfangen

Beim ersten öffnen der Server Admin GUI soll sich der Nutzer aufgefordert werden einen Kafka Daten stream mit Sensordaten einzufügen oder komprimierte Sensordaten zu importieren. Beim Einfügen oder importieren wird von dem Programm überprüft ob es sich für das Programm lesbare Formate handelt,

PF1020 Sensordaten werden gesichert

Die Sensordaten werden extrahiert und in mehr Streams aufgeteilt und gruppiert und in einem Datenerhaltungssystem gespeichert.

PF1030 Verarbeitung der Daten für Kartenansicht

Der Dienst verarbeitet so vor, dass sie für spätere Verwendungen genutzt werden wie die Weiterleitung an den Webinterface und auf einer gerasterten Karte angezeigt werden können.

PF1040 Verarbeitung der Daten für Mittelwertberechnung

Der Dienst verarbeitet die Daten so vor, dass Mittelwerte berechnet werden von den Sensordaten um diese zur Analyse weiter an das Web-Interface zu geben.

PF1050 Verarbeitung der Daten für Export

Der Dienst verarbeitet die Daten so vor, dass sie komprimiert exportiert werden können aus dem dem Datenerhaltungssystem damit diese im Web-Interface downloadet werden können.

PF1060 Kann gespeicherte Daten wieder abfragen

Der Dienst kann die vorbereiteten Daten **PF1030,PF1040** jeder Zeit wieder aufrufen und weiterleiten an das Webinterface.

PF1070 Daten werden an Webinterface gesendet

Die Daten aus dem Datenerhaltungssystem und vom Kafka Stream können an das Webinterface gesendet werden.

PF1080 Hinzufügen weiterer Module

Der Dienst ist so aufgebraucht, dass es dem Nutzer und Programmierer möglich sein wird, auf dem einzelnen Interface zuzugreifen und so neue Module für den Dienst zu entwickeln um das System zu erweitern. Ein Beispiel wäre neue Exportformate hinzuzufügen oder ein Modul zwischen Server-Dienst und Webinterfaces zu setzen.

PF1090 Der Dienst unterstützt skalar- und vektorwertige Sensortypen

Der Dienst unterstützt beim Kafka Stream und beim Import von Sensor Daten nur Skalar Sensortypen und vektorwertige Sensortypen. Falls andere Sensortypen im Stream entdeckt werden, dann wird dem Nutzer eine Anleitung angezeigt wie er selbst einen neuen Sensortyp hinzufügen kann.

4.1.2 Webinterface

PF1100 Sensordaten werden dargestellt

Nach dem die Sensordaten **PF1070** empfangen wurden auf dem Webinterface können sie auf dem Webinterface dargestellt werden

PF1110 Darstellung der Daten

Auf dem Webinterface kann man die Sensordaten in verschiedenen Rastern (Beispiel: Quadratenraster) auf einer Weltkarte darstellen mit vordefinierten Formen wie zum Beispiel: Quadrate oder Hexagone.

PF1120 Darstellung nur auf Deutschland

Auf dem Webinterface kann man das Land Deutschland anzeigen lassen und sonst keine anderen Länder. So ist die Ansicht nur auf Deutschland beschränkt.

PF1130 Sensordaten anzeigen

Auf dem Webinterface kann man aktuellsten Daten von Sensoren anzeigen lassen auf der Karte und auch ältere Daten von Sensoren anzeigen lassen auf der Karte.

PF1140 Export von Daten

Auf dem Webinterface kann man die aktuellen Daten und die historischen Daten exportieren in einem vordefinierten Format in Form eines Downloads.

PF1150 Wiederholung anzeigen

Auf dem Webinterface kann man aktuelle und historische Daten mit Hilfe von einem Slider als Wiederholung anzeigen lassen.

PF1160 Mehrere Instanzen des Webinterface

Mehre Instanzen des Webinterfaces werden aufrufbar sein, so dass mehrere Nutzer gleichzeitig mit den Sensordaten arbeiten können.

PF1170 Detail Ansicht von Sensoren

Auf dem Webinterface kann man von einzelnen Sensoren eine Detailansicht darstellen um so nähere Informationen über den Sensor zu erhalten. Es wird dann auch eine Möglichkeit geben genauere Statistiken von dem Sensor in Form von Graphen und Text anzuzeigen.

4.2 Wunsch Funktionale Anforderungen

4.2.1 Server

WF1000 Der Dienst gibt Fehlermeldungen aus

Der Dienst bei Fehlschlägen von Prozessen Fehlermeldungen aus und schreibt es in eine Log Datei. Beispiele dazu wären, dass beim Laden von Fehlerhaften Stream das Programm eine Fehlermeldung aus und schreibt den Grund in eine Logdatei oder falls beim sichern der Daten im Datenerhaltungssystem zu Fehlern kommt, wie dass die Gruppierung fehlschlägt oder kein gültiges Datenerhaltungssystem verfügbar ist, wird auch eine Fehlermeldung ausgegeben und in eine Logdatei geschrieben.

WF1010 Der Dienst sucht nach Fehlerhaften Sensordateien

Der Dienst überprüft im Datenerhaltungssystem ob Sensordaten Outlier sein können und gibt den Nutzer eine Meldung, was an den Daten ungewöhnlich ist und ihm die Möglichkeit diese zu löschen.

WF1020 Mehrere Sprachen

Der Dienst kann mit mehreren Sprachen außer Englisch umgehen und die Anzeigesprache kann auch entsprechend geändert werden.

4.2.2 Webinterface

WF1030 Filtern von Daten

Man kann auf der Admin GUI die Daten oder Streams filtern, damit nur bestimmte Daten weiter verarbeitet werden.

WF1040 Vordefinierten Detaillierungsgraden

Der Nutzer kann im Webinterface auf der Karte Zoomen in verschiedenen Stufen um so die Sensordaten genauer in bestimmten Regionen zusehen.

WF1050 Anpassung der Daten

Bei gezoomter Ansicht werden die Daten automatisch angepasst und den

Durchschnitt genommen um eine angenehme und richtige Darstellungen zu garantieren.

5 Produktdaten

5.1 Test

6 Nichtfunktionale Anforderungen

NF1000 Verzögerung von neuen Daten

Neue Echtzeitsensordaten werden innerhalb einer Minute verarbeitet und auf allen Instanzen der Webinterface angezeigt.

NF1010 Parallele Zugriffe

Das Webinterface muss von bis zu 100 Nutzern gleichzeitig bedient werden können.

NF1020 Speicherung von Echtzeitsensordaten

Echtzeitsensordaten werden bis zu einer Gesamtgröße von 10 GB oder maximal 24 Stunden in einem Datenerhaltungssystem gespeichert, je nachdem welcher Fall zuerst eintritt.

NF1030 Skalierbarkeit

Der Server startet automatisch neue Threads um Sensordaten und Anfragen des Webservers zu verarbeiten. Die maximale Anzahl an Threads beträgt $4 \cdot \text{Anzahl CPU Kerne}$.

NF1040 Stabilität

Der Server muss im normalen Betrieb mindestens eine Woche ohne Absturz laufen. Fehler in den Eingabedaten, wie ungültige Werte oder Syntaxfehler führen nicht zu einem Absturz des Servers.

NF1050 Reaktionszeit

Das Webinterface muss innerhalb von zwei Sekunden auf Interaktionen des Nutzers reagieren. Falls der Webserver bis dahin nicht das erwünschte Ergebnis liefern kann, wird der Nutzer darauf hingewiesen. (→ Kriterium?)

NF1060 Ladezeiten der Darstellungselemente

Ein ungecacher Zugriff auf das Webinterface lädt Darstellungselemente innerhalb von 8 Sekunden. Ein Zugriff auf das Webinterface mit gecachten Darstellungselementen darf nicht zu Ladezeiten über 4 Sekunden führen.

NF1070 Clusterberechnung

Die Approximation der Cluster darf nicht zu einer Abweichung von mehr als 5% von Ergebnissen einer akkuraten Berechnung führen und darf insgesamt für bis zu 1000 sichtbare Cluster nicht mehr als 2 Sekunden dauern. Für mehr sichtbare Cluster steigt die Berechnungszeit proportional.

NF1080 Größenanpassung

Das Webinterface soll Responsive Webdesign umsetzen.

NF1090 Aktualisierungsgeschwindigkeit

Die Karte aktualisiert Echtzeitsensordaten alle 10 Sekunden.

7 Qualitätssicherung

7.1 Vorgehen bei der Qualitätssicherung

Wir streben an, bereits während der Implementierung die ersten Testfallszenarien zu schreiben, um Probleme später zu vermeiden. Die Testphase gliedert sich in mehrere Phasen, damit sowohl einzelne Komponenten als auch ihre Zusammenarbeit getrennt getestet werden können. Schlussendlich wird das Produkt als Ganzes im dafür vorgesehenen Einsatzbereich getestet.

7.1.1 Komponententests

In den Komponententests werden der Server und das Webinterface unabhängig voneinander getestet.

7.1.2 Integrationstests

In den Integrationstests wird die Kommunikation zwischen den Komponenten geprüft. Es wird darauf geachtet, dass die Funktion und Implementierung der Schnittstellen gesichert ist.

7.1.3 Systemtests

Die Software wird unter realen Bedingungen und in einer geeigneten Umgebung getestet.

7.2 Testszenarien

7.2.1 Komponententests

Server

TK1000 Englisch als Systemsprache

Der Administrator versucht eine andere Sprache zu verwenden. Der Server akzeptiert nur vordefinierte Sprachen und verweigert somit die Aktion.
[PF1000]

TK1010 Sensordaten empfangen

Der Administrator öffnet zum ersten Mal die Admin-GUI. Daraufhin wählt er aus:

- Server mit einem Kafka Data-Stream verbinden.
- Server aus einer Datei gesicherte Sensordaten lesen lassen.

Abschließend überprüft das Programm, ob die eingehenden Daten korrekt formatiert sind. [PF1010]

TK1020 Sensordaten werden gesichert

Der Administrator sichert Sensordaten in der Admin-GUI. Anschließend ruft der Administrator die Daten aus dem Datenerhaltungssystem wieder ab. [PF1020]

TK1030 Hinzufügen weiterer Module

Der Administrator hat ein Modul entwickelt, das

- ein neues Exportformat hinzufügt und dessen Import ermöglicht.
- einen neuen Kommunikationsdienst zwischen Server und Webinterface bereitstellt.

Dieses Modul wird in den Server integriert. Abschließend ruft der Administrator

- exportierte Daten ab und importiert sie wieder über die Admin-GUI.
- das Resultat des Kommunikationsdienstes ab und prüft dessen Korrektheit.

[PF1080]

TK1040 Unterstützte Sensordatentypen

Der Administrator legt Daten an das System an, die nicht skalar- bzw. vektorwertig sind. Anschließend erhält er eine Benachrichtigung, dass die Sensordatentypen nicht akzeptiert werden und er wird aufgefordert, neue Daten anzulegen. Hierzu wird ihm eine Anleitung dargestellt, die den Prozess anschaulich visualisiert. [PF1090]

Webinterface**TK2000 Eingrenzung des Darstellungsbereiches der Sensordaten**

Der Administrator legt korrekte Daten an das Webinterface an und ruft dieses in einem kompatiblen Browser auf. Beim ersten Besuch der Seite werden die Daten im Webinterface in einem Raster angezeigt, das sich aus vordefinierten Formen zusammensetzt. Mehrere vorausgewählte Sensordatentypen, die in einem Filter festgelegt sind, werden visualisiert. Weiterhin sind beim ersten Besuch der Seite der anzuzeigende Detaillierungsgrad, sowie das zu fokussierende Gebiet vordefiniert. Der Administrator

- wählt andere Formen aus
- wählt einen anderen Filter für Sensordatentypen aus
- wählt einen anderen Detaillierungsgrad aus

- wählt ein anderes Gebiet aus (z.B. Deutschland)
, wobei alle Darstellungen korrekt die Daten widerspiegeln. [PF1110 & PF1120]

TK2010 Mehrfache Instanzen

Der Administrator legt korrekte Daten an das Webinterface an und ruft dieses in einem kompatiblen Browser mehrfach auf. Die Anzahl der geöffneten Instanzen führt nicht zu fehlerhaften Darstellungen der Sensordaten und ist gut skalierbar. Der Administrator sieht unter gleichen Einstellungen der Instanzen keine unterschiedlichen Ergebnisse. [PF1160]

TK2020 Änderung der Ansicht der Sensordatendarstellung

Der Administrator legt korrekte Daten an das Webinterface an und ruft dieses in einem kompatiblen Browser auf. Anschließend wählt er eine der bereitgestellten Ansichten aus. Die zur Verfügung stehenden Ansichten enthalten Unteransichten wie:

- Kartenansicht
- Graphenansicht
- Textansicht

Eine Ansicht setzt sich immer aus mehreren Unteransichten zusammen und wird so angewandt, dass auch die Benutzeroberfläche weiterhin vollständig dargestellt ist. Beim ersten Besuch der Seite wird eine vordefinierte Ansicht gewählt. Die Ansicht wird dann in die ausgewählte Variante geändert, ohne die Darstellung einzelner Elemente zu verändern. [PF1170]

7.2.2 Integrationstests**Server****TI1000 Verarbeitung der Daten**

Der Administrator legt korrekte Daten an das System an und ruft das Webinterface in einem kompatiblen Browser auf. Er lässt den Dienst auf diesen Daten arbeiten, sodass sie vor der Nutzung vorverarbeitet werden und

- sieht sich die Kartenansicht des Webinterfaces an, die die Daten im gewählten Raster korrekt anzeigt.
- sieht sich die Darstellung der Bereiche ohne Messwerte an. Diese zeigen den korrekt errechneten Mittelwert an.
- lädt sich die Daten über den korrespondierenden Menüpunkt des Webinterfaces herunter und überprüft dessen Korrektheit.

[PF1030, PF1040, PF1050 & PF1060]

Webinterface**TI2000 Sensordatendarstellung**

Der Benutzer öffnet das Webinterface in einem kompatiblen Browser. Empfängt das Webinterface Daten vom Server, werden diese korrekt dargestellt. Der Benutzer kann zwischen

- aktuellen Sensordaten
- historischen Sensordaten
- zeitlichen Wiederholungen von Sensordaten mit Zeit-Kontrollregler

wählen. Abschließend lädt der Benutzer die Daten aus dem Webinterface in einem der gegebenen Formate herunter um sie dann als Sensordaten-Datei wieder zu importieren und darstellen zu lassen. [PF1100, PF1130, PF1140 & PF1150]

7.2.3 Systemtests

Das System wird von uns unter realen Bedingungen mit weiterem Testen auf Vollständigkeit und Korrektheit überprüft. Es erfolgt ebenfalls eine Überprüfung der intuitiven Bedienbarkeit.

8 Systemmodelle

8.1 Test

9 Entwicklungsumgebung

9.1 Entwicklungstools

Java IDE	Eclipse
Projektmanagement	Trello
Textverarbeitung	L ^A T _E X
TeX-Distribution	MiKTeX
L^AT_EX-Editor	TeXstudio
Versionskontrolle	Git
UML Tool	StarUML

9.2 Verwendete Technologien

Programmiersprache	Java 8
Web-Framework	?
Webserver	?
Datenbank	?

10 Benutzeroberfläche

10.1 Admin-GUI

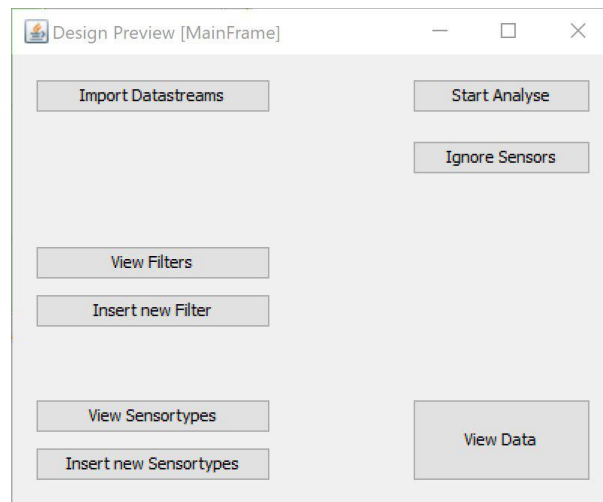


Abbildung 10.1: Administrator-GUI

10.2 Webinterface

Abbildung 10.2: Webinterface mit Weltansicht

Abbildung 10.3: Webinterface mit Deutschlandansicht

11 Anhang

11.1 Glossar